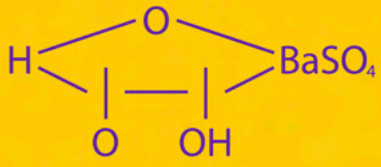
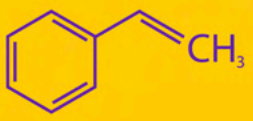
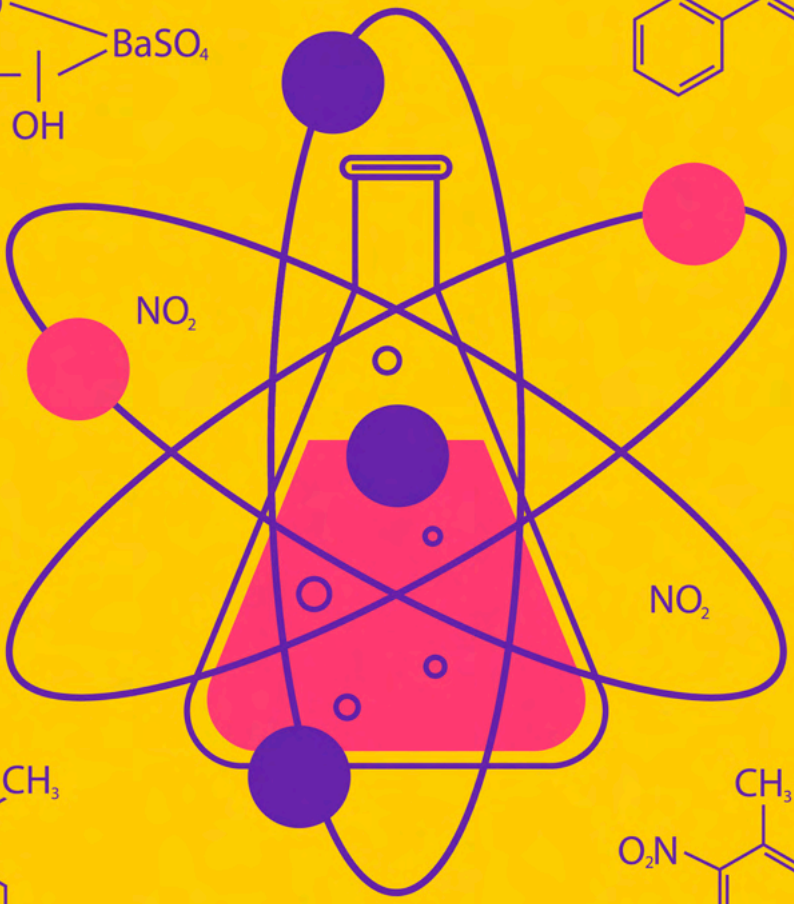
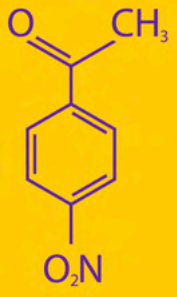
Atena Editora
Ano 2022

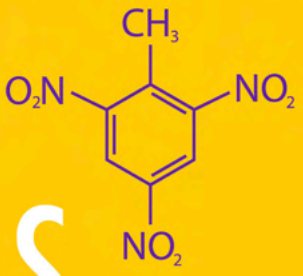
CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)









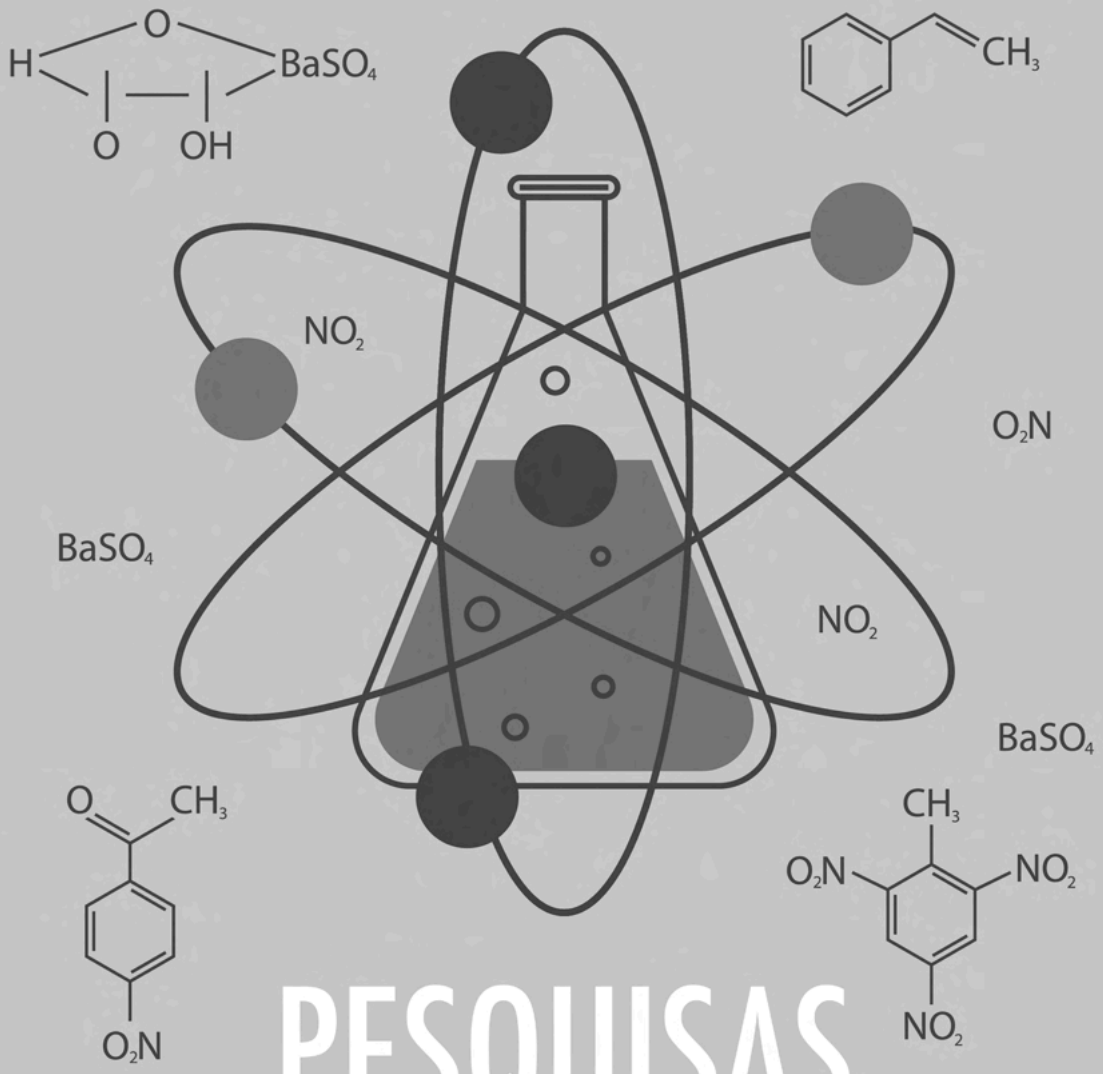


PESQUISAS CIENTÍFICAS 2

E O ENSINO DE QUÍMICA

Atena Editora
Ano 2022

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)



PESQUISAS CIENTÍFICAS 2

E O ENSINO DE QUÍMICA

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

2022 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do texto © 2022 Os autores
Copyright da edição © 2022 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.
Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial
Ciências Exatas e da Terra e Engenharias
Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Atena Editora
Ano 2022

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Atena
Editora
Ano 2022

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 Pesquisas científicas e o ensino de química 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0272-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.725222705

1. Química - Estudo e ensino. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Atena
Editora
Ano 2022

APRESENTAÇÃO

O e-book: “Pesquisas cientificas e o ensino de química” volume 2 é constituído por dezesseis capítulos de livros que propuseram avaliar: *i*) o processo de ensino-aprendizagem em química com o uso de metodologias de ensino ativas; *ii*) os desafios e processos de formação do futuro docente de química; *iii*) a importância da iniciação científica e projetos de extensão na formação dos discentes do curso de licenciatura em química; *iv*) monitoramento e qualidade de águas para fins potáveis ou não potáveis; *v*) química da atmosfera no centro da Amazônia e; *vi*) e a utilização de resíduos industriais como matéria-prima nos processos de produção.

Os capítulos de 1 a 3 investigaram a influência do periodo de pandemia associada as questões socioeconômicas que afetam o processo de ensino-aprendizagem em química/bioquímica para alunos de escolas localizadas nos estados de Minas Gerais, Amazônia e Goiás. Já os capítulos de 4 a 6 avaliaram a influência da inserção de um tabuleiro no processo de aprendizagem sobre combustíveis fósseis; o ensino de modelos atômicos e os desafios do ensino remoto e; a utilização de lixo eletrônico como tema gerador do ensino de eletroquímica. Por outro lado, os capítulos de 7 a 11 investigaram o processo formativo de futuros professores de química a partir de oficinas de produção de produtos de limpeza artesanais possibilitando a interação do ensino-extensão no município de Marabá/PA; as propriedades fitoterápicas da planta Mururé foram utilizadas como tema de formação inicial de professores na Amazônia; os aspectos e a importância do estágio supervisionado para o início do exercício da docência em química; a execução do projeto de Química Verde como primeiro contato de alunos ingressantes na UFRJ e; a iniciação cientifica como alternativa de melhorar o processo de ensino-aprendizagem de química para alunos da educação básica. Por fim, os capítulos de 12 a 15 investigaram uma alternativa para economizar o consumo de água potável no processo de produção de biodiesel; avaliação da qualidade da água presente em áreas de proteção permanente; processo de eutrofização de recursos hídricos no estado do Pará; avaliação da qualidade do ar na região amazônica e; a reutilização de resíduos industriais como matéria-prima nos processos de produção que garantam maior sustentabilidade.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....5

INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS NO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO/LETRAMENTO CIENTÍFICO DURANTE O PERÍODO DE PANDEMIA (2020-2021) NO BRASIL

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Anelise dos Santos Mendonça Soares
Valdinei de Oliveira Santos

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227051

CAPÍTULO 2.....17

O ENSINO DE QUÍMICA BÁSICA NO CONTEXTO DA PANDEMIA: O ACESSO AO CONHECIMENTO DE QUEM JÁ TINHA LIMITAÇÕES – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DAS AULAS REMOTAS EM UMA ESCOLA DA ZONA RURAL DE NHAMUNDÁ, AMAZONAS

Clailson Lopes dos Santos
Michele Marques de Souza

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227052

CAPÍTULO 3.....22

DIFICULDADES NO ENSINO DE BIOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS DE GOIÁS E POSSÍVEIS MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO

Bianca Gonçalves Rodrigues
Katia Roberta Anacleto Belaz
Jocélia Pereira de Carvalho Oliveira

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227053

CAPÍTULO 4.....31

ENVIRONMENTAL AMAZON BANK: UM JOGO DE TABULEIRO SOBRE OS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS PARA O USO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA, PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

Maria Aparecida Oliveira de Lima Sousa
Claudio Emidio-Silva

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227054

CAPÍTULO 5.....40

O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL (ERE): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Rafael Straus de Sá
Igor Andrade Ribeiro
Adriane Sarmento Jacaúna
Alex Izuka Zanelato
Michele Marques de Souza

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227055

CAPÍTULO 6.....45

O USO DO TEMA GERADOR “LIXO ELETRÔNICO” NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA

Ademar da Costa Amaro Junior
Daniela Raphanhin da Silva
Rejane Souza de Assunção de Campos
Suzana Aparecida da Silva
Rosimeire Montanuci

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227056

CAPÍTULO 7.....50

O ENSINO DE QUÍMICA E A EXTENSÃO: OFICINAS DE PRODUTOS DE LIMPEZA ARTESANAIS NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ-AMAZÔNIA ORIENTAL

Maria Aparecida Oliveira de Lima Sousa
Marconiel Neto da Silva
Claudio Emidio-Silva

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227057

CAPÍTULO 8.....60

A FITOTERAPIA POPULAR DO MURURÉ *(Brosimum acutifolium)* SOB O OLHAR DO ETNOCONHECIMENTO E DA CIÊNCIA QUÍMICA: ABORDAGEM TEMÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NA AMAZÔNIA

Karine Figueira Alfaia
Pedro Campelo de Assis Júnior
Célia Maria Serrão Eleutério

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227058

CAPÍTULO 9.....70

ASPECTOS DO PROCESSO DE INICIAÇÃO DA CARREIRA DOCENTE NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA

Graziele Borges de Oliveira Pena
Valéria Aparecida Lanzoni Zanetoni
Nathália Santos Véras

https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227059

CAPÍTULO 10.....89

ESTUDO DE CASO DO PRIMEIRO CONTATO DE ALUNOS DO PRIMEIRO PERÍODO DA ESCOLA DE QUÍMICA DA UFRJ COM A EXECUÇÃO DE UM PROJETO EM QUÍMICA VERDE

Marcelo Ferreira de Souza Alves
Wendell Faria de Oliveira
João Pedro Júlio Torres Ferraz
Richard de Araujo França
Marcello Moreno Vieira Trocado
Tatiana Felix Ferreira
Peter Rudolf Seidl

https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270510

CAPÍTULO 11 93

A IMPORTÂNCIA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ENSINO APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO PIC-Jr PARA A FORMAÇÃO DOS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ana Nery Furlan Mendes
Drielly Goulart

https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270511

CAPÍTULO 12 106

AGUA CONDENSADA DE LOS AIRES ACONDICIONADOS UNA ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA PREPARACIÓN Y PROCESO DEL BIODIESEL

Ligia Adelyada Torres Rivero
Beatriz Alcocer Torres

https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270512

CAPÍTULO 13 120

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA OBTENÇÃO DO IQA

Julia Comelli da Silva
Elaine Amorim Soares
Sérgio Augusto Moreira Cortez

https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270513

CAPÍTULO 14 129

PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO: UM ESTUDO DE REVISÃO NOS CORPOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL

Adriano Joaquim Neves de Souza
Gabriel Monteiro de Jesus
Alexandro Monteiro de Jesus
Fernanda Cristina Lima de Araújo
Ana Caroline de Souza Sales
Iurick Saraiva Costa
Tatiane Priscila Bastos Bandeira
Maria de Lourdes Souza Santos

https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270514

CAPÍTULO 15 141

QUÍMICA ATMOSFÉRICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO CENTRO DA AMAZÔNIA: UM ESTUDO NA FLONA DO TAPAJÓS

Gabriel Brito Costa
Ana Carla dos Santos Gomes
Sarah Suely Alves Batalha
Glauce Vitor da Silva

https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270515

CAPÍTULO 16.....150

SUSTENTABILIDADE: RESSIGNIFICAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS COMO INSUMOS CIRCULARES

Jorge Menezes da Cunha
Marcus Vinícius de Araújo Fonseca
Jo Dweck

https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270516

SOBRE O ORGANIZADOR.....160

ÍNDICE REMISSIVO.....161

CAPÍTULO 1

INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS NO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO/LETRAMENTO CIENTÍFICO DURANTE O PERÍODO DE PANDEMIA (2020-2021) NO BRASIL

Data de aceite: 01/05/2022

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Doutor em Química pela Universidade Federal de Uberlândia
Discente do curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal do Triângulo Mineiro- Campus Uberlândia - MG
http://lattes.cnpq.br/12970002659897780
https://orcid.org/0000-0003-3587-486X

Anelise dos Santos Mendonça Soares
Doutora em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia
Docente do curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal do Triângulo Mineiro- Campus Uberlândia - MG
http://lattes.cnpq.br/8591893046454042
https://orcid.org/0000-0001-8442-393X

Valdinei de Oliveira Santos
Especialista em Educação Ambiental, pelo Instituto de Educação e Ensino Superior de Samambaia
Professor da Escola Estadual Dom Eliseu – Unaí -MG
http://lattes.cnpq.br/5877647086852971
https://orcid.org/0000-0002-3400-0143

RESUMO: O período de pandemia (2020-2021) no Brasil afetou diretamente a educação básica e superior em função da rápida mudança no cenário escolar, que deixou de ser presencial e passou para o formato a distância e/ou remoto. Tal mudança resultou em rápidas e profundas transformações no processo de ensino-aprendizagem que a principio, não recebeu nenhum aporte técnico e/ou financeiro do poder público, a fim de oferecer cursos de formação para aprender a utilizar as ferramentas tecnológicas existentes. Por outro lado, o aluno que não possuía uma disciplina e/ou hábito de desenvolver um estudo autônomo e independente, se deparou com a crise financeira que retirou o sustento de milhares de famílias que perderam seus empregos. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar a condição socioeconômica dos alunos do primeiro e terceiro ano do ensino médio de escolas estaduais da cidade de Patrocínio e Unaí e do Instituto Federal do Triângulo Mineiro/*Campus* Uberlândia todas localizadas no estado de Minas Gerais. A pesquisa foi conduzida por meio da aplicação de questionários online que foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Os questionários foram respondidos de forma livre, espontânea e voluntária. Os resultados evidenciaram que grande parte dos alunos vivem em locais onde existe a escassez da prestação de serviços públicos e cuja renda familiar era inferior a três salários mínimos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino-aprendizagem, ensino-remoto, recursos tecnológicos e serviços públicos.

INFLUENCE OF SOCIAL AND ECONOMIC ASPECTS ON THE PROCESS OF LITERACY/SCIENTIFIC LITERACY DURING THE PANDEMIC PERIOD (2020-2021) IN BRAZIL

ABSTRACT: The pandemic period (2020-2021)

in Brazil directly affected basic and higher education due to the rapid change in the school scenario, which stopped being face-to-face and moved to the distance and/or remote format. This change resulted in rapid and profound transformations in the teaching-learning process, which at first did not receive any technical and/or financial support from the government, in order to offer training courses to learn how to use existing technological tools. On the other hand, the student who did not have a discipline and/or habit of developing an autonomous and independent study, was faced with the financial crisis that took away the livelihood of thousands of families who lost their jobs. Therefore, this study aimed to evaluate the socioeconomic status of students in the first and third year of high school at state schools in the city of Patrocínio and Unaí and at the Instituto Federal do Triângulo Mineiro/Campus Uberlândia, all located in the state of Minas Gerais. The research was conducted through the application of online questionnaires that were approved by the Research Ethics Committee (CEP). The questionnaires were answered freely, spontaneously and voluntarily. The results showed that most students live in places where there is a shortage of public services and whose family income was less than three minimum wages.
KEYWORDS: teaching-learning, remote teaching, technological resources and public services.

1 | INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

No final do ano de 2019, o mundo foi surpreendido pelo aparecimento de um vírus denominado COVID-19 que surgiu na China tendo um grande potencial de contaminação e um quadro patológico que poderia levar a pessoa infectada a óbito. Este vírus se proliferou rapidamente por todos os países e continentes do planeta Terra o que levou o ser humano a mudar rapidamente seu estilo de vida e ser condicionado a hábitos até então não vividos pela sociedade atual (FILHO; VASCONCELOS; FILHO, 2022; JÚNIOR; VASCONCELOS; PIVARO, 2021; NETTO; ANDRADE; ROMANO, 2022). Em poucos dias, as pessoas se tornaram prisioneiras dentro de suas próprias casas; milhares de empresas fecharam e, consequentemente, tiveram que demitir seus funcionários; outras empresas passaram para o formato *home-office*; as pessoas assistiam sem poder fazer nada em relação a dezenas de milhares de pessoas que vieram a óbito e outras centenas de milhares que foram infectadas e se recuperaram. A comunidade científica foi desafiada a entender o mecanismo de funcionamento de um vírus e propor uma vacina contra o tempo e; as instituições de ensino básico e superior fizeram a transição drástica do ensino presencial para o modelo a distância e/ou remoto (BRASIL; GABRY; OLIVEIRA, 2021; MATA; GRIGOLETO; LOUSADA, 2020; OLIVEIRA, 2020; SAMPAIO, 2020; TAKENAMI; PALÁCIO; OLIVEIRA, 2020).

Neste cenário, o Brasil foi moroso em relação à percepção da realidade em que o mundo todo estava passando que associada a crise ética, moral, financeira e o negacionismo cientifico que dividiu a sociedade, contribuindo para o agravamento e expansão do contágio do COVID-19 que contabilizou mais de 700 mil óbitos e milhares de pessoas com inúmeras seqüelas. No segmento da educação básica, os chefes do poder

executivo não compartilhavam de uma mesma ideia que pudesse prevenir milhares de pessoas que foram infectadas, transformando um problema de saúde pública em meras ideias e discursos políticos que se manifestava em decretos que um dia colocava o ensino de forma remota e no outro no modelo presencial e vice-versa, contribuindo ainda mais para o agravamento da qualidade do processo de ensino-aprendizagem (ALBUQUERQUE; NEGRÃO, 2021; CARDOSO; ARAÚJO; RODRIGUES, 2021; MARTINS; SANTOS, 2021).

Neste cenário, toda a comunidade escolar pagou um alto preço em função dos lóbis políticos e empresariais que influenciava o chefe do poder executivo no âmbito municipal, estadual ou federal. Além disso, discursos e falas de representantes políticos tentaram colocar a sociedade contra a comunidade escolar, ao ponto de ouvir pronunciamentos de prefeitos e governadores que afirmavam e reiteravam que os professores não queriam sair do conforto de seus lares para poder retornar ao ensino presencial (BARTELMENBS; VENTURI; SOUSA, 2021; LEMOS et al., 2021; OLIVEIRA, 2021; VIEIRA; SILVA, 2020).

Os chefes do poder executivo juntamente com seus secretários de educação, foram irresponsáveis ao não olhar a condição socioeconômica do aluno e de sua família e se esqueceram da dura realidade que os alunos vivenciavam em seus cotidianos. Diante disso, alunos do ensino fundamental I, cujo objetivo era aprender a ler, escrever e realizar as quatro operações básicas da matemática foram colocados diante de um sistema de ensino que exigia a manipulação de tecnologias digitais para atividades de estudos autônomos e independentes. Neste mesmo cenário, os alunos do ensino médio foram drasticamente afetados em função do déficit de aprendizagem ocasionado pela impossibilidade de não possuir os diversos recursos tecnológicos (tablet, smartphones, notebook, computador, internet e outras fontes utilizadas para a aprendizagem), como resultado os alunos chegavam ao primeiro ano do ensino médio com um déficit de aprendizagem do oitavo ano e os alunos do terceiro ano com um déficit do primeiro ano do mesmo ciclo (CARDOSO; ARAÚJO; RODRIGUES, 2021; FLÔRES; LIMA; COUTINHO, 2021; MARTINS; SANTOS, 2021).

Diante disso, realizou-se um levantamento bibliográfico a fim de verificar a existência ou escassez de trabalhos que poderiam correlacionar o período pandêmico com a crise econômica e como estes influenciaram no cotidiano do aluno, em especial no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas de química, biologia e suas interfaces (ROCHA et al., 2022; SILVA et al., 2020; SILVA; LINS, 2021; SIMPLICIO et al., 2020), não sendo encontrado nenhum trabalho que fizesse tais correlações. Logo, este trabalho pretende contribuir com o preenchimento desta lacuna nesta área de conhecimento e que possa ser uma literatura de referência que auxilie professores a adequar o processo de ensino-aprendizagem considerando os dois anos “perdidos” na formação dos estudantes da educação básica.

Este trabalho tem por objetivo apresentar e discutir os resultados obtidos nas primeiras sete questões do questionário que procurou avaliar as condições socioeconômicas

e o acesso a tecnologias e/ou recursos digitais que influenciam diretamente na redução do déficit de aprendizagem que resultou a partir da suspensão das atividades presenciais no período de março de 2020 a dezembro de 2021, no qual a pandemia se encontrava em alta na sociedade.

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho é proveniente de um projeto de pesquisa que foi submetido à análise e parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres humanos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Após parecer positivo do CEP da UFTM foram elaborados o Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE) para alunos com idade superior a 18 anos e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) tanto para os pais e/ou responsáveis legais, a fim de autorizarem a participação de alunos com idade inferior a 18 anos. Esta pesquisa foi conduzida por meio de questionários online em função do período pandêmico que assolava o país no ano de 2021 e também em função das atividades escolares que se encontravam no formato remoto. Para tanto, os links foram colocados na plataforma do Google Classroom na turma de primeiro e terceiro ano do ensino médio de responsabilidade de um professor colaborador. Este professor foi responsável por explicar e esclarecer o objetivo da pesquisa e motivar os alunos a participarem de forma livre, espontânea e voluntária.

O questionário foi elaborado por meio de cooperação entre um professor de biologia da rede estadual de ensino e o discente e o orientador do curso de pós-graduação lato-sensu em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) *campus* Uberlândia, localizado na zona rural do município da cidade de Uberlândia, no estado de Minas Gerais. Além disso, a aplicação do questionário assegurou aos alunos: *i)* confidencialidade das respostas; *ii)* o anonimato de sua identificação e *iii)* ausência de perguntas que atentem contra suas crenças religiosas, opinião política, questões pessoais, de ordem privada entre outros. No entanto, o aluno foi informado dos possíveis riscos, tais como: *i*) vazamento do questionário por ocasião de dados hackeados em ambientes virtuais (e-mail ou a plataforma a ser utilizada para aplicação do questionário); *ii*) possibilidade de existir alguma pergunta na qual o estudante não teve a oportunidade de estudar em função da mudança drástica no ambiente de aprendizagem ocasionado pelo distanciamento social dentro do período pandêmico instalado desde março de 2020.

O público-alvo da pesquisa foram alunos do 1º e 3º ano do ensino médio de uma escola estadual no município de Unaí (Noroeste de Minas Gerais), duas escolas estaduais localizadas no município de Patrocínio (região do Alto Paranaíba) e de um *campus* do IFTM localizado na cidade de Uberlândia, na região do Triângulo Mineiro. Após o encerramento do

periodo de participação na pesquisa, as questões passaram por um processo de tratamento matemático e os resultados foram expressos em termos percentuais em gráficos em forma de colunas, conforme será apresentado nos resultados e discussões.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

O questionário foi constituído de 20 perguntas objetivas que se dividiram em três secções, a saber: *i*) aspectos socioeconômicos; *ii*) alfabetização cientifica e; *iii*) letramento cientifico. Entretanto o presente trabalho se limitará a apresentar e discutir os resultados obtidos pela secção dos aspectos socioeconômicos que foram abordadas nas questões de 1 a 7 do questionário.

A primeira pergunta do questionário tinha como objetivo o sexo do participante, com o intuito de verificar se existia a predominância de um sexo pelo outro. Além disso, havia uma terceira opção: "Prefiro não responder/outro" que não teve nenhuma marcação por parte dos estudantes. Os Resultados obtidos foram expressos, conforme apresentado na Figura 1.

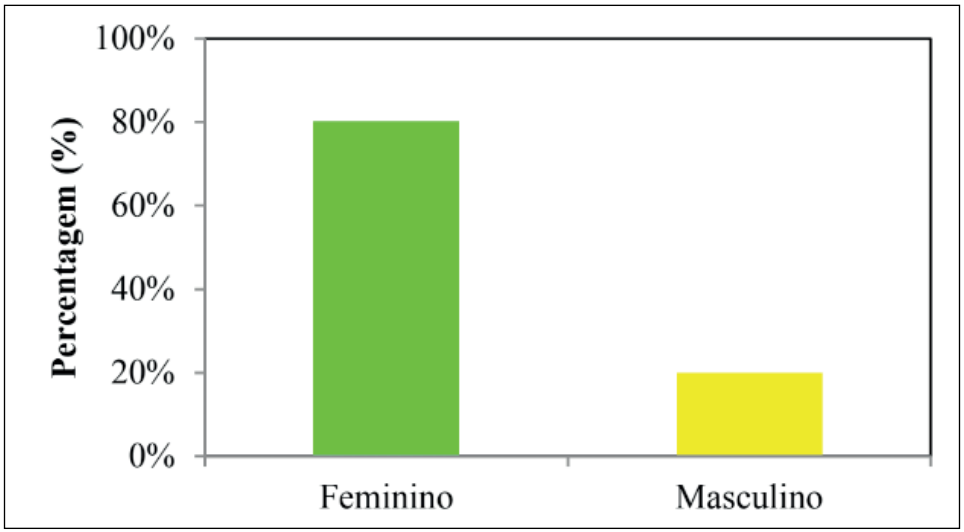


Figura 1: Distribuição percentual da auto-identificação sexual dos alunos participantes da pesquisa

Fonte: Os autores (2022).

Os resultados evidenciam que dos 89 alunos participantes, 80% se declararam ser do sexo feminino e 20% do sexo masculino. Na literatura foram encontrados outros trabalhos que realizaram esta pergunta, mas que não se pôde estabelecer nenhuma correlação que explicasse o pôrque da existência desta diferença apresentada em alguns trabalhos. Após a identificação do sexo dos estudantes, perguntou-se em qual série o

aluno estava matriculado no presente momento ao responder o questionário, conforme apresentado pela Figura 2.

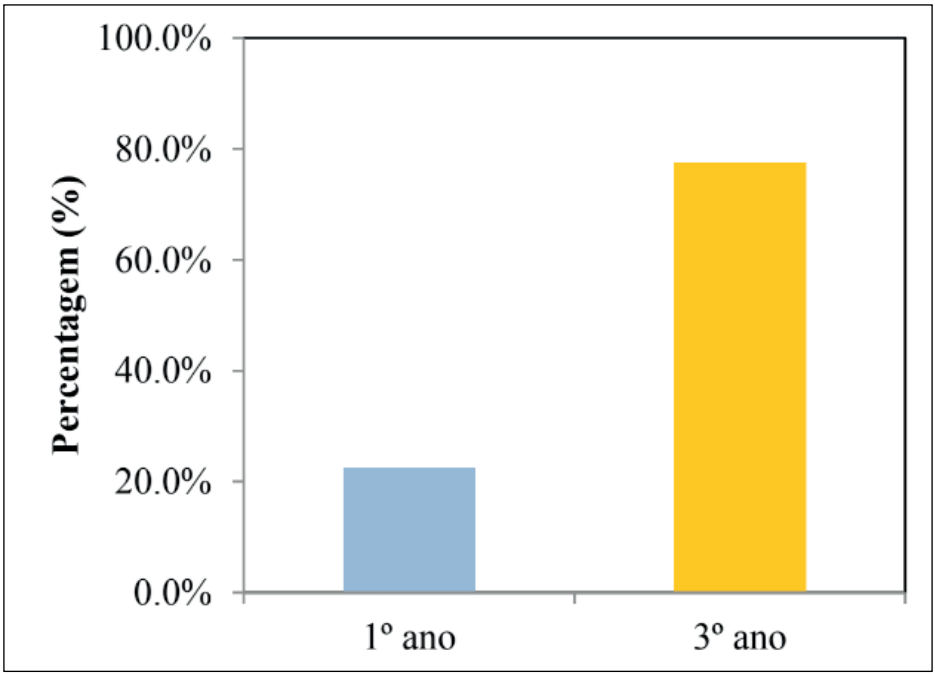


Figura 2: Distribuição percentual da auto-identificação sexual dos alunos participantes da pesquisa

Fonte: Os autores (2022).

Os resultados obtidos indicam que o 3º ano teve uma participação de 77,5% em relação ao primeiro ano, que foi de 22,5%. Está diferença pode ser atribuída ao fato dos alunos do 3º ano se sentirem mais preparados para responder as perguntas que nortearam o processo de alfabetização e letramento cientifico. Outro fator que pode explicar esta enorme diferença pode estar relacionado ao fato do aluno do 1º ano possuir um déficit de aprendizagem equivalente a um aluno do 7º e 8º ano, uma vez que os alunos desta série podem não ter estudado e/ou não sabiam responder as perguntas de 8 a 20.

Posteriormente, os alunos responderam a pergunta que procurava identificar a instituição de ensino a qual o aluno se vinculava. Os resultados apontam que 93,3% de todos os participantes são provenientes de escolas da rede estadual de ensino de Minas Gerais e os 6,7% são da rede federal de ensino que é representado pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) localizado na zona rural do município de Uberlândia. Esta diferença pode ser atribuída ao trabalho de divulgação, explicação e incentivo a participação na pesquisa pelos professores colaboradores que acompanharam o período durante a pesquisa. Além disso, os alunos do IFTM cursam o ensino médio integrado a algum dos

cursos técnicos oferecidos pela instituição. Em relação ao percentual de participação de cada escola, obteve os resultados, conforme apresentado na Figura 3.

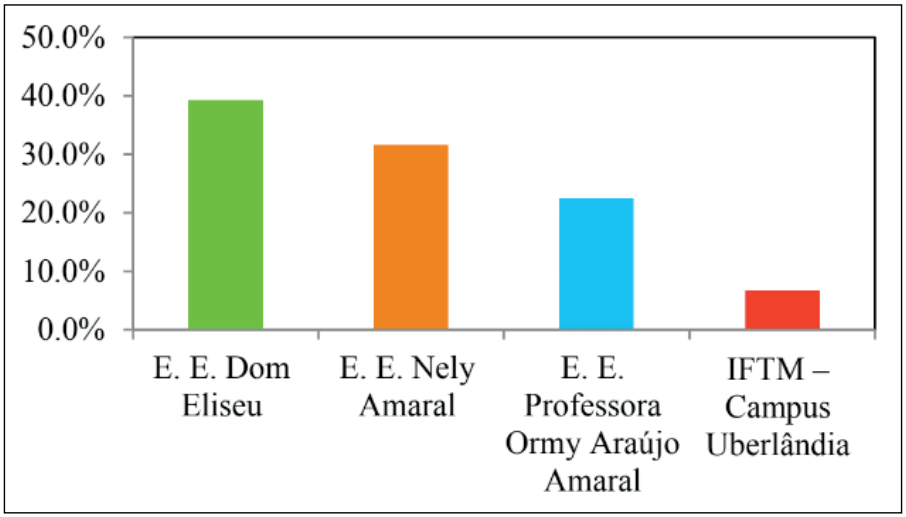


Figura 3: Identificação da instituição de ensino doaluno participante da pesquisa

Fonte: Os autores (2022).

Ao se avaliar os percentuais de participação de cada instituição de ensino, observa-se que a Escola Estadual Dom Eliseu, na cidade de Unaí localizada na região Noroeste do Estado de Minas Gerais (MG), contribuiu com 39,3% dos alunos que responderam o questionário, seguido pela Escola Estadual Nely Amaral (31,5%) e a Professora Ormy Araújo Amaral (22,5%) ambas localizadas na cidade de Patrocínio na região do Alto Paranaíba em MG. Por fim os 6,7% dos alunos matriculados no IFTM no *campus* Uberlândia, localizada na região do Triângulo Mineiro. É importante salientar que os alunos que participaram do questionário na escola Professora Ormy Araújo Amaral pertencem à modalidade EJA, sendo maiores de idade e responsáveis parcial ou totalmente pelo sustento da família e que tentam conciliar o trabalho com os estudos.

A quarta pergunta do questionário teve o objetivo de mensurar a renda familiar mensal do aluno participante da pesquisa. Os resultados obtidos demonstraram a realidade da grande maioria dos alunos participantes: na qual 29,2% dos entrevistados afirmam possuir uma renda familiar de até um salário mínimo; 45% possuem renda de um até três salários mínimos mensais; 11,2% disseram que a renda familiar se encontra entre 4 a 6 salários mínimos; 1,1% afirmaram possuir renda mensal superior a seis salários mínimos e 16,9% disseram não saber o valor da renda mensal, conforme a apresentado na Figura 4.

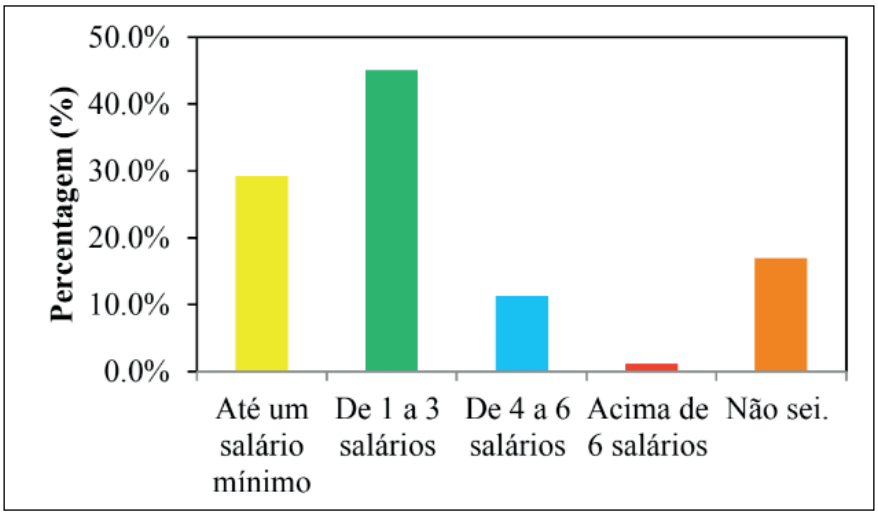


Figura 4: Renda familiar mensal dos alunos participantes da pesquisa.

Fonte: Os autores (2022).

A quinta pergunta se relacionava a presença e prestação de serviços públicos básicos e essenciais para a manutenção de uma melhor qualidade de vida das pessoas em qualquer localidade. Diante disso, os alunos participantes da pesquisa Além disso, nesta questão o aluno poderia marcar mais de uma opção em função das opções que forem elencadas na pergunta, conforme a Figura 5.

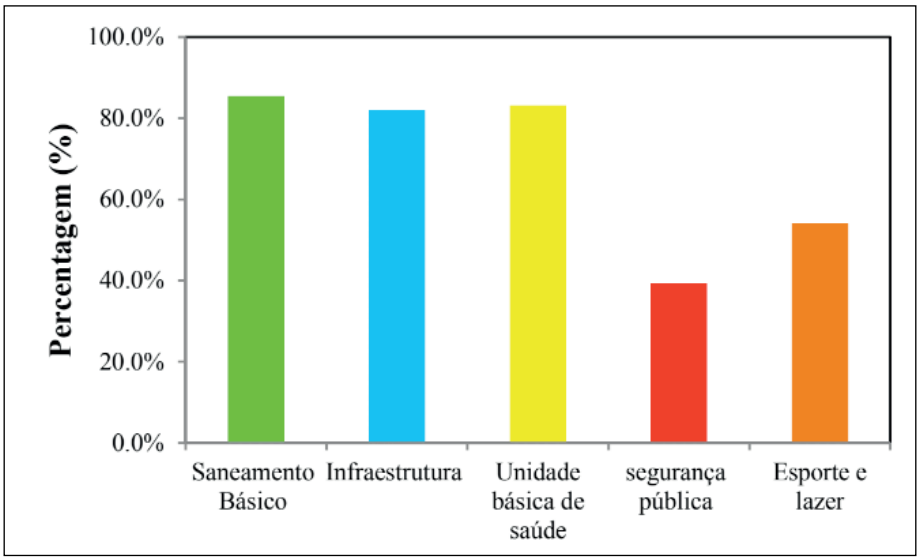


Figura 5: Serviços públicos essenciais no cotidiano dos alunos.

Fonte: Os autores (2022).

Os resultados apresentados no gráfico da Figura 5 mostram que 85,4% dos participantes afirmam existir estrutura de saneamento básico, tais como: água tratada, coleta de esgoto e coleta de lixo. Outros 82% responderam existir infraestrutura básica em seus bairros, tais como: ruas asfaltadas, iluminação pública e calçadas. Já para 83,1% dos alunos afirmaram a existência de unidades básicas de saúde. Entretanto, a presença do poder público em relação à segurança pública foi identificada como o serviço mais escasso entre os presentes na questão, representando somente 39,3% seguido por locais de prática de esporte e lazer (53,9). A pouca presença da segurança pública no contexto no aluno, implica diretamente na qualidade de vida e na forma em que a educação é vista pela comunidade. Além disso, a insegurança pública contribui para reduzir os espaços destinados a prática de esporte e lazer que acabam sendo tomados pelo mundo do crime e/ou transformados em locais de uso de drogas ilegais. A não totalidade de serviços de saneamento e infraestrutura básica impactam diretamente na qualidade de vida das pessoas que vivem em determinada localidade, desencadeando inúmeros problemas de saúde pública a população que em função da baixa renda familiar, não possui condições de buscar um tratamento preventivo e/ou paliativo para seus familiares.

A sexta pergunta procurou identificar o acesso a tecnologias e meios de comunicação que foram utilizados como ferramentas auxiliares nos processos de ensino-aprendizagem de forma mais autônoma, conforme foi realizado durante a pandemia. Os resultados apontaram que 92,1% possuíam celular e/ou tablet: 37,1% afirmaram possuir computador e/ou notebook; 71,9% disseram possuir televisão com ou sem canal de assinatura e; 3,4% responderam que não se aplica. Entretanto, grande parte dos participantes da pesquisa afirmaram ter que compartilhar um celular e/ou tablet com irmãos ou utilizar somente o dos pais e/ou responsáveis em horário que era disponibilizado e com tempo limitado, mas sempre em horário divergente ao destinado as aulas remotas. Em relação a aparelhos como o computador e/ou tablet, os participantes fizeram a mesma analogia em relação ao uso do celular. Já 71,9% disseram possuir televisão com ou sem canal de assinatura, implicando em ter uma tecnologia de baixa e/ou escassa eficiência que possa contribuir para um processo de aprendizagem de forma mais autônoma pelos estudantes, conforme apresentado pela Figura 6.

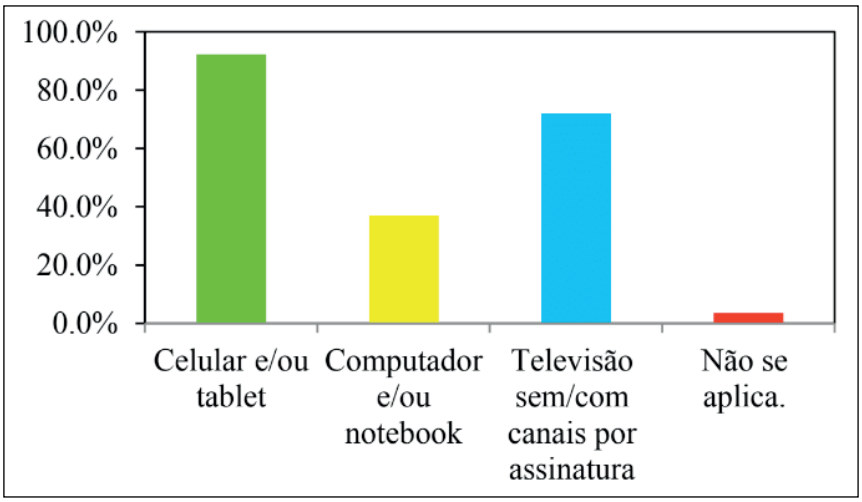


Figura 6: Distribuição percentual de acesso a aparelhos tecnológicos e/ou meios de comunicação

Fonte: Os autores (2022).

Por fim, a sétima pergunta que se apresenta como um desmembramento da questão 6, buscou verificar quais ferramentas tecnológicas foram mais utilizadas no processo de aprendizagem durante a pandemia. Os resultados obtidos demonstram que 62,9% utilizaram o Youtube para assistir vídeoaulas e as plataformas disponibilizadas pelo governo (Conexão Escola 2.0, Meet, Classroom e outros). Na sequência, aparece o google com 51,7%, seguido pelas redes sociais com 31,5% e todas estas opções foram marcadas por 34,8% dos participantes da pesquisa, conforme apresentado na Figura 7.

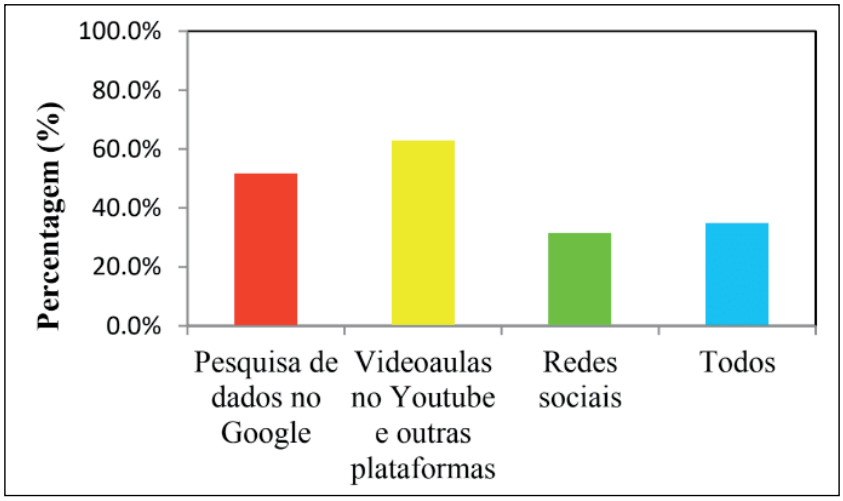


Figura 7: Distribuição percentual de acesso a aparelhos tecnológicos e/ou meios de comunicação

Fonte: Os autores (2022).

É importante ressaltar que o facebook foi uma das redes sociais mais utilizadas para se conectar, manter atualizado e construir uma opinião sobre fatos e acontecimentos frente às informações durante o período pandêmico. Além disso, serviu para a criação de grupos que eram a favor ou contra o isolamento, vacinação, uso de medicamentos, a crise financeira entre tantas outras que ficou conhecido como *fake news* o que ofereceu um enorme risco em relação à prevenção do COVID-19. Está forma de se obter informação influenciou diretamente nas respostas das perguntas de alfabetização e letramento científico que apresentam perguntas direta ou indiretamente correlacionadas a COVID-19.

4 | CONCLUSÕES

As questões socioeconômicas possibilitaram um maior entendimento da realidade dos alunos, principalmente da rede estadual de ensino que somaram 93,3% de todos os participantes de um total de 89 alunos. Pelas perguntas foi possível verificar a renda mensal da família e como esta esteve diretamente relacionada à questão de ter a disponibilidade de recursos tecnológicos a fim de facilitar o processo de aprendizagem de forma mais autônoma pelo aluno. Soma-se a isso, a presença do poder público na forma de serviços essenciais não apresentou nenhum que ocorresse em sua totalidade ao contrário, demonstrou pouca presença da segurança pública e locais de práticas de esportes e lazer que afetam diretamente no desenvolvimento do aluno e em seu processo de aprendizagem. Além disso, o poder público precisa ser mais efetivo e atuante no serviço de saneamento básico e infra-estrutura que possa atingir a sua totalidade, de forma a melhorar a qualidade de vida das pessoas e atuar, diretamente, de forma preventiva na saúde pública.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. R. G.; ALMEIDA, B. O.; OLIVEIRA, M. P. COMnPLAYer - ambiente interativo e lúdico para aprender ciência. **Revista EDUCAONLINE**, v.15, n.2, p.151-166, 2021.

BARTELMENBS, R. C.; VENTURI, T.; SOUSA, R. S. Pandemia, negacionismo científico, pós-verdade: contribuições da Pós-graduação em Educação em Ciências na Formação de Professores. **Revista Insignare Scientia**, v.4, n.5, p.64-85, 2021.

BRASIL, M. S.; GABRY, M. C. F.; OLIVEIRA, J. F. Estratégias para inclusão e letramento digital e o contratempo da pandemia. **Revista Científica Multidisciplinar**, v.2, n.6, p. 1-12, 2021.

CARDOSO, R. M. R.; ARAÚJO, C. S. T.; RODRIGUES, O. S. Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDICs: Mediação professoraluno-conteúdo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 1-14, 2021. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15647

FILHO, J. R. A. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; FILHO, V. T. N. A alfabetização científica e tecnológica e o combate a disseminação de notícias falsas na pandemia do SARS-CoV-2. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p.1-15, 2022. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24339

FLÔRES, A. L. Z. D.; LIMA, Q. C. E.; COUTINHO, C. Google classroom como ambiente para a formação continuada de professores: desafios e possibilidades. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 5 n. 4, p. 160-172, 2021. https://doi.org/10.12957/redoc.2021.57463

JÚNIOR, G. G.; VASCONCELOS, C. A.; PIVARO, G. F. Hiperparticularização de conceitos, negacionismo científico e na natureza da ciência: Uma análise de respostas a textos de divulgação. **PROMETEICA - Revista de Filosofia y Ciencias**, v. 1, n.24, p. 113-130, 2022. https://doi.org/10.34024/prometeica.2022.24.13355

LEMOS, P. B. S. et al. A utilização de histórias em quadrinhos (HQs) no ensino remoto emergencial de ciências da natureza. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 38, p. 2-24, 2021. http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2021D1

MARTINS, S. P.; SANTOS, M. J. A profissão docente durante a pandemia: contribuições de um curso de formação continuada sobre as TDICs na educação. **ForScienc**e, v. 9, n. 2, p. 1-17, 2021. http://dx.doi.org/10.29069/forscience.2021v9n2.e943

MATA, M. L.; GRIGOLETO, M. C.; LOUSADA, M. Dimensões da competência em informação: reflexões frente aos movimentos de infodemia e desinformação na pandemia da Covid-19. **Liinc em Revista**, v. 16, n. 2, p.1-15,2020. https://doi.org/10.18617/liinc.v16i2.5340

NETTO, J. T.; ANDRADE, Z. P.; ROMANO, M. R. V. R. Inclusão digital e literacia em saúde: uma experiência educativa em tempos de pandemia do Covid-19. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p.1-8, 2022. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26415

OLIVEIRA, L. L. et al. Aulas remotas e letramento científico: um relato de experiência. **Interação**, v.21, n.1, p. 198-220, 2021. http://dx.doi.org/10.53660/inter-84-s302

OLIVEIRA, T. M. Como enfrentar a desinformação científica? Desafios sociais, políticos e jurídicos intensificados no contexto da pandemia. **Liinc em Revista**, v. 16, n. 2, p.1-23, 2020. https://doi.org/10.18617/liinc.v16i2.5374

ROCHA, R. C. M. et al. Oficina Dialógica on-line: elementos para o ensino em Ciências utilizando ferramentas de transmissão ao vivo durante a pandemia de COVID-19. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 1, p. 1-16, 2022. https://doi.org/10.26843/rencima.v13n1a05

SAMPAIO, R. M. Teaching and literacy practices in COVID-19 pandemic times. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-16, 2020. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4430

SILVA, J. M.; LINS, A. E. Letramento científico no ensino de Biologia e Ciências: percepção de professores da rede pública de ensino. **Diversitas Journal**, v. 6, n.3, p. 3535-3552, 2021. http://dx.doi.org/10.48017/Diversitas_Journal-v6i3-1877

SILVA, M. L. et al. Experiências de divulgação científica e letramento científico sobre moléculas durante a pandemia da Covid-19. **Raízes e Rumos**, v.8, n.2, p. 252-263, 2020.

SIMPLICIO, P. R. G. et al. Coronavírus em memes: potencialidades pedagógicas de ler em ciências. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 2, p. 1191-1210, 2020. http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n2.p1191-1210.id766

TAKENAMI, I.; PALÁCIO, M. A. V.; OLIVEIRA, R. S. O. COVID-19 & Ciência: O valor do conhecimento em tempos de pandemia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p.1-11, 2021. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15120

VIEIRA, M. F.; SILVA, C. M. S. A Educação no contexto da pandemia de COVID-19: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.28, p. 1013-1031, 2020. https://dx.doi.org/10.5753/RBIE.2020.28.0.1013

CAPÍTULO 2

O ENSINO DE QUÍMICA BÁSICA NO CONTEXTO DA PANDEMIA: O ACESSO AO CONHECIMENTO DE QUEM JÁ TINHA LIMITAÇÕES – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DAS AULAS REMOTAS EM UMA ESCOLA DA ZONA RURAL DE NHAMUNDÁ, AMAZONAS

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 15/03/2022

Clailson Lopes dos Santos
SEMED – Secretaria Municipal de Educação
Nhamundá – AM
http://lattes.cnpq.br/5704583168827671

Michele Marques de Souza
SEDUC – Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas
Parintins – AM
http://lattes.cnpq.br/8970989360564543

RESUMO: Os desafios enfrentados pelos professores do ensino público já são grandes, mas com a realidade da pandemia de COVID-19 e o difícil acesso às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) pelas comunidades ribeirinhas, as aulas remotas trouxeram mais uma barreira para a continuação do trabalho docente. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo descrever como foram desenvolvidas as atividades remotas da disciplina de Ciências da Natureza, com enfoque na educação química básica. O público alvo foram alunos do ensino fundamental do 6º ano 9º ano do ensino fundamental da Escola Municipal Vereador Sebastião Andrade Machado, na comunidade do Curiá, zona Rural do Município da cidade Nhamundá, Amazonas. O professor teve que fazer trabalho logístico de entrega de materiais de estudo da sua disciplina nas casas dos estudantes atendidos na escola em uma canoa com motor rabeta. Os pais e estudantes admitiram a importância do trabalho docente no processo de ensino de forma remota, embora soubessem que o aproveitamento não seria total. Buscamos trazer o máximo de exemplos relativos à realidade dos estudantes de modo a permitir que os as informações simbólicas repassadas fizessem sentido no processo de aprendizagem do estudante, possibilitando a apropriação do conhecimento. Percebemos que as políticas públicas precisam ser balizadas para atender as necessidades de cada local do país, pois as diferentes regiões têm suas realidades. E mais, o professor tem fundamental importância nos processos de mediador do conhecimento, mais evidenciado ainda no período de pandemia.
PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências, Educação Rural, Educação à Distância.

TEACHING BASIC CHEMISTRY IN THE CONTEXT OF THE PANDEMIC: ACCESS TO KNOWLEDGE OF THOSE WHO ALREADY HAD LIMITATIONS - AN EXPERIENCE REPORT OF REMOTE CLASSES AT A SCHOOL IN THE RURAL AREA OF NHAMUNDÁ, AMAZON

ABSTRACT: The challenges faced by public education teachers are already great, but with the reality of the COVID-19 pandemic and the difficult access to Digital Information and Communication Technologies (TDICs) by riverside communities, remote classes brought another barrier to the continuation of teaching work. In this sense, this work aims to describe how the remote activities of the Natural Sciences discipline were developed, with a focus on basic chemistry education. The target audience were elementary school students

from the 6th grade to the 9th grade of elementary school at Escola Municipal Vereador Sebastião Andrade Machado, in the community of Curiá, rural area of the city of Nhamundá, Amazonas. The teacher had to carry out the logistical work of delivering study materials for his subject to the homes of the students served at the school in a canoe with a sterndrive. Parents and students admitted the importance of teaching work in the teaching process remotely, although they knew that the use would not be total. We seek to bring as many examples of the students' reality as possible in order to allow the symbolic information passed on to make sense in the student's learning process, enabling the appropriation of knowledge. We realize that public policies need to be guided to meet the needs of each place in the country, as the different regions have their realities. What's more, the teacher is of fundamental importance in the processes of knowledge mediator, even more evident in the pandemic period.
KEYWORDS: Science Teaching, Rural Education, Distance Education.

1 | INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 alterou o modo de vida do mundo, obrigando diversos setores da sociedade ao contato remoto como principal forma de interação, inclusive a educação, que teve o ensino presencial transformado em educação à distância em todos os níveis de ensino (BARRETO E ROCHA, p.2, 2020).

Os aplicativos de reunião online e as redes sociais entraram em cena para divulgação dos conteúdos do currículo de modo a minimizar os impactos trazidos pela interrupção repentina do cotidiano escolar (BARBOSA *et al.*, p. 380, 2020). Nesse sentido, o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) foi proposta pelo Governo Federal como medida emergencial para dar continuidade às aulas (BRASIL, 2020).

No entanto, diante da profunda desigualdade social e econômica histórica do Brasil, os estudantes e professores que moram em locais sem acesso à internet e/ou não dispõem de aparelhos tecnológicos como computadores, *smarthphones* e internet, somados à falta de estrutura adequada para estudo em casa foram fortemente afetados pela falta desses recursos (AVELINO E MENDES, p.60, 2020).

No Amazonas, a grande extensão territorial e o difícil acesso a muitas comunidades, o uso de tecnologias digitais é praticamente inalcançável para professores e alunos (RODRIGUES, p.67, 2021). Para ter acesso ao sinal de telefonia móvel é necessário estar próximo de algum centro urbanizado equipado com torre de distribuição.

Nesse sentido, este trabalho objetiva descrever a realização das atividades da disciplina de Ciências da Natureza, com enfoque nos conteúdos de química básica, em uma comunidade do interior do município de Nhamundá, Amazonas, com destaque aos relatos dos desafios enfrentados pelo professor.

Frente aos desafios impostos pela geografia local aliados à nova condição da pandemia da COVID-19, que obriga o distanciamento social, os professores que trabalham nas áreas rurais amazonenses, tiveram que realizar adaptações além do uso de tecnologias

digitais para o ensino remoto emergencial.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A Escola Municipal Vereador Sebastião Andrade Machado localiza-se na comunidade do Curiá, município de Nhamundá, a 381 km de Manaus, Amazonas. O público atendido foram os 41 alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental.

O trabalho é apresentado de forma descritiva e os conteúdos abordados foram baseados no livro didático recebido pelos alunos, tais como: a composição dos gases da água dos rios, estados físicos da matéria dos corpos que encontramos na natureza, ciclo da água e subida e descida dos rios, a composição química dos alimentos e misturas do dia a dia.

Para realizar as atividades o professor da disciplina produziu atividades de forma impressa ou copiada e entregou nas residências dos estudantes. Ele usou como transporte uma canoa equipada com um motor rabeta e percorreu os caminhos entre os lagos e rios próximo à comunidade que trabalha.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro desafio foi minimizar as perdas no ano letivo aos estudantes, pois afastados do ambiente escolar, há o risco de evasão. Para os pais, a ida do professor em casa foi importante (Figura 1):

> [...] Quando os professores vieram em casa pra orientar, pois muitas vezes eu não conseguia ajudar devido eu não ter muito conhecimento, se tornou muito melhor. (J.O., pai de estudante).

> [...] com as atividades em casa e o professor acompanhando, tirando as dúvidas, meus filhos não ficaram muito desamparados [...]. (E.A, mãe de estudante).

Figura 1- Professor da zona rural em atividades remotas: (A) chegando às residências (B) e realizando orientações.

Percebe-se a preocupação dos pais com o afastamento da escola, a dificuldade em auxiliar os filhos nas tarefas e importância do professor no processo de ensino. Para os alunos, que não tinham alternativas senão com a presença do professor na residência, foi um alívio:

> "Pra mim foi uma surpresa [...] esse trabalho dos professores de levar as atividades em casa foi muito importante e não somente para mim [...]. (M. A, estudante).

No Amazonas, disponibilizaram-se ferramentas do projeto Aula em Casa, do Governo do Estado, como aplicativo de celular e grupos de WhatsApp, mas que não atenderam às necessidades dos estudantes das zonas rurais (RODRIGUES, p. 66, 2021). O desafio dos professores que lecionam nestas áreas vai além da precariedade de materiais nas escolas (AVELINO E MENDES, p.57, 2020).

Trouxemos vários exemplos relativos à vivência dos estudantes, possibilitando que as informações simbólicas trazidas em livros didáticos façam sentido no concreto vivenciado. Portanto, a educação química básica pode ganhar significado novo, além de conceitos repetitivos e mecânicos (CHASSOT *et al.*, p.48, 1993; PELIZZARI *et al.*, p. 38, 2001).

4 I CONCLUSÃO

Os desafios enfrentados para manter a educação funcionando no período da pandemia de COVID-19 foram diversos. Os professores tiveram que reinventar suas metodologias e práticas e embora com adversidades, mantiveram seus compromissos com o aprendizado. É necessário, muito além de atualização para aprender as tecnologias

educacionais e usar em sala de aula, promover políticas públicas de melhorias do ensino, pautado na dignidade e igualdade educacional, levando em consideração a necessidade de cada região do Brasil.

Quanto ao ensino da química básica dentro da disciplina de Ciências da Natureza, é necessário dar significação dos conceitos apresentados nos livros e pelo professor àquilo que é vivenciado pelo estudante, possibilitando a concretização e apropriação do conhecimento, de modo que ele lhe seja útil para entender sua realidade.

REFERÊNCIAS

AVELINO, W.F., MENDES, MENDES, J.G., A realidade da educação brasileira a partir da COVI-19**. Boletim de Conjuntura**. v.2, n.5, p.56-72, 2020.

BARBOSA, A.T., FERREIRA, G.L., KATO, D.S. O ensino remoto emergencial de ciências e biologia em tempos de pandemia: com a palavra as professoras da regional 4 da SBENBIO (MG/GO/TO/DF). **Revista de ensino de Biologia da SBEnBio.** v. 13, n.2, p379-399, 2020.

BARRETO, A.C,F. ROCHA, D.S. Covid-19 e educação: resistência, desafios e (im)possibilidades. **Revista Encantar – Educação, cultura e sociedade**.v.2, p.1-11, jan-dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional da Educação. Conselho Pleno. **Parecer. CNE/ CP nº9/2020**. Brasília, 2020. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=downloads&alias=147041-pcp009-20&category_slug=junho-2020-pdf&Itemid=30192. Acesso em 20 de jul. 2020.

CHASSOT, A.I., SCHROEDER, EO; DEL PINO, J.C., SALGADO, T.D.M.; KRUGER, V. Química do cotidiano: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. **Espaços da escola**, v.10, n.3, p.47-53, 1993.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L., BARON, M.P.;FINCK, N.T.L. DOROCINSKI, S.I. Teoria da aprendizagem significativa de segundo Ausubel**, Ver. PEC, Curitiba**, v.2, n.1, p37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em https://goo.gl/geA25C. Acesso em 20/07/2021.

CAPÍTULO 3

DIFICULDADES NO ENSINO DE BIOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS DE GOIÁS E POSSÍVEIS MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 22/02/2022

Bianca Gonçalves Rodrigues
UFCAT - Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
http://lattes.cnpq.br/9171566683074405

Katia Roberta Anacleto Belaz
UFCAT - Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
http://lattes.cnpq.br/3633522981711599

Jocélia Pereira de Carvalho Oliveira
UFCAT - Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão – Goiás
http://lattes.cnpq.br/5885886578616571

RESUMO: Este trabalho buscou analisar por meio de questionários e entrevistas online, os desafios enfrentados por docentes da Educação Básica – Ensino médio em escolas do Estado de Goiás no contexto da sala de aula em relação ao Ensino de química, mais especificamente com relação aos conteúdos de bioquímica. Essas entrevistas tiveram como foco, a identificação de questões específicas e correlacionadas às dificuldades enfrentadas por esses docentes quanto à realidade e o tempo que deve ser empregado para o ensino de bioquímica dentro da disciplina de química, a estrutura das instituições de ensino que eles atuam e as metodologias utilizadas. Com base nos levantamentos estatísticos realizados, coleta e análise das informações obtidas, diversas análises críticas e reflexivas a respeito do tema foram apresentadas. O trabalho desenvolvido contribui, também, com a investigação e proposição de possíveis alternativas que possam minimizar os danos acadêmicos causados pelas dificuldades apontadas pelos docentes, tais como falta de interdisciplinaridade, ausência de laboratório, curta carga horária, entre outros. O resultado do trabalho foi bastante oportuno, porém preocupante para a atual modalidade de ensino. Frente à análise qualitativa das informações foi possível desenvolver um senso crítico e reflexivo, ao passo que novas alternativas são propostas para dinamizar e aperfeiçoar o ensino de bioquímica.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologias, ensino de bioquímica, aprendizagem.

DIFFICULTIES IN THE TEACHING OF BIOCHEMISTRY IN HIGH SCHOOLS IN SCHOOLS IN GOIÁS AND POSSIBLE METHODS OF OPTIMIZATION

ABSTRACT: This work sought to analyze, through questionnaires and online interviews, the challenges faced by teachers of Basic Education - High School in schools in the State of Goiás in the context of the classroom in relation to the Teaching of Chemistry, more specifically in relation to the contents of biochemistry. These interviews were focused on identifying specific issues correlated with the difficulties faced by these teachers regarding the reality and time that should be spent on teaching biochemistry within the discipline of chemistry, the structure of the educational institutions they work with and the methodologies used. Based on the

statistical surveys carried out, collection and analysis of the information obtained, several critical and reflective analyzes regarding the topic were presented. The work developed also contributes to the investigation and proposition of possible alternatives that can minimize the academic damage caused by the difficulties pointed out by the professors, such as lack of interdisciplinarity, absence of laboratory, short workload, among others. The result of the work was quite opportune, but worrying for the current modality of teaching. Based on the qualitative analysis of information, it was possible to develop a critical and reflective sense, while new alternatives are proposed to streamline and improve the teaching of biochemistry.
KEYWORDS: Methodologies, biochemistry teaching, learning.

1 | INTRODUÇÃO

A bioquímica tem uma grande importância dentro da química, pois estuda os processos químicos e o funcionamento do metabolismo de todos os seres vivos. Através dela, é possível compreender os processos biológicos a nível molecular, por meio do estudo das estruturas dos aminoácidos, enzimas e biomoléculas.

A bioquímica, como o próprio nome sugere (BIO + QUÍMICA), é uma área da Química e da Biologia que é considerada uma ferramenta interdisciplinar, pois envolve um estudo da vida em nível molecular, em que seu objetivo principal é explicar como um conjunto de moléculas inanimadas, que faz parte dos organismos vivos, interage entre si para conservar e prolongar o estado vital (SOUZA; JUNIOR; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2018).

Ensinar ciência no ensino médio em nosso país é um grande desafio para os professores, visto vários fatores como, por exemplo, o pouco tempo disposto para essas aulas e a estrutura das instituições de ensino. Em especial, o ensino de bioquímica possui um caráter ainda mais desafiador, tendo em mente que essa área requer bastante a abstração e imaginação para descrever os fenômenos que acontecem em nível molecular, sendo difícil representá-los somente com o auxílio dos instrumentos mais amplamente usados no cotidiano escolar, como o quadro negro e o data-show (BARBOSA; LEAL; ROSSI; DIAS; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012) (AZEVEDO; JUNIOR; SANTANA; SOUZA; AMORIM, 2017).

Os livros didáticos são importantes mecanismos de união de conceitos, conteúdos e abordagens de ensino que tem o propósito de facilitar o ensino e auxiliar o aluno em seus estudos e muitas das vezes, principalmente em algumas escolas públicas, os livros são a única alternativa de ensino para se recorrer e nortear o trabalho em sala de aula. No caso do ensino de bioquímica, este pode ser afetado se for acompanhado apenas dos livros, pois ela requer metodologias e recursos que possibilitem aos alunos a visualização das moléculas tridimensionais, estruturas e compreensão da dinâmica molecular, o que acaba sendo prejudicado se estudado apenas por figuras estáticas encontrada nos livros didáticos. (DIAS; OLIVEIRA; PASCUTTI; BIANCONI, 2013) (SCHNETZLER, 1981) (LOPES, 1992).

Além disso, no ensino médio ela não é uma disciplina ofertada e sim um tópico

de química e biologia. Sendo assim, faz-se necessário que busquemos alternativas metodológicas, seja por meio da tecnologia e internet, ou por instrumentos de ensino que possam trazer mais clareza sobre o assunto para dentro da sala de aula (SOLNER; FERNANDES; FANTINEL, 2020).

2 | METODOLOGIA

Para conhecer os principais obstáculos enfrentados no ensino de bioquímica por alguns docentes da rede de ensino de Goiás, elaboramos de forma eletrônica, formulários com perguntas específicas baseados no trabalho publicado por Solner e colaboradores (2020), com o objetivo de pontuar e refletir a cerca desse assunto, de forma propor e discutir alternativas que possam minimizar os danos acadêmicos causados e oferecer para os docentes um ensino mais prazeroso e eficaz. Para o desenvolvimento deste trabalho, oito professores que atuam tanto em instituições privadas, quanto em instituições públicas responderam os formulários da pesquisa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Problemas encontrados e possíveis alternativas para aperfeiçoar o ensino de bioquímica

1. Influência da formação acadêmica dos professores

Uma das queixas apontadas pelos docentes foi a dificuldade que estes encontraram ao se deparar com a realidade ao adentrarem o ensino médio. Isso nos faz pensar como pode ter se dado sua formação acadêmica, sendo um fato que determina em partes sua carreira como docente.

Sabemos que muitas das vezes a graduação em química não oferece disciplinas pedagógicas que instruam os futuros licenciados a ministrarem aulas dinâmicas e que esteja de acordo com a realidade, como por exemplo, instituições sem laboratório de ensino ou sem os equipamentos necessários para uma aula de bioquímica, que inclusive, é apresentada como um tópico no ensino médio, logo, o tempo para apresentar o conteúdo aos alunos se torna ainda menor.

Outro fato que nos leva a refletir é que no início da carreira de um professor, a referência que ele tem para ministrar aulas de bioquímica e química no geral, é a forma com que ele aprendeu durante sua graduação. Visto isso, sabemos que a bioquímica nos cursos de graduação é uma disciplina extensa e que muitas das vezes é passada aos alunos de forma rápida, cobrando desses alunos uma postura mais autodidata; quando isso é reproduzido dentro do ensino médio, na maioria das vezes pode não funcionar como método de aprendizado para todos, consequentemente, devido a essa experiência enquanto discente, estes não encontram meios de trabalhar a temática de forma agradável

em sua atuação no ensino médio.

Dito isso, é muito pertinente que as graduações tenham esse cuidado com a inclusão de disciplinas que de fato, possam auxiliar seus alunos quanto às dificuldades que eles irão enfrentar durante e principalmente no início de suas carreiras, para que possam se sentir satisfeitos com o ensino e proporcionar um aprendizado de qualidade aos alunos.

2. A importância do laboratório de ensino para a bioquímica

Avaliando as respostas dos docentes entrevistados quanto ao uso do laboratório, estes demonstraram opiniões positivas quanto à sua eficiência para as aulas de bioquímica. Ao passo que é preocupante quando se trata das instituições de ensino que contemplam o uso laboratório, sendo que das instituições de trabalho dos professores entrevistados, apenas três contam com esse recurso didático, vale ressaltar que alguns professores ministram aulas em mais de uma instituição.

Isso se torna ainda mais preocupante quando olhamos as estatísticas, de acordo com o Diário de Goiás (2020), dados mostram um baixo índice de instituições que contam com o laboratório de ensino de ciência, onde apenas 32% das escolas no estado são contempladas com o laboratório, sendo no Brasil, a média é de 39%. Esses dados nos levam a pensar que o fato de poucos colégios estarem equipados com laboratórios atualmente pode ser um dos motivos para que tenhamos um baixo crescimento de cientistas no país, visto que a maioria dos alunos tem contato com a experimentação apenas quando inclusos no curso de graduação.

Diante das dificuldades que os alunos têm de assimilar os conteúdos de química abordados em sala de aula, faz-se necessário o uso do laboratório para quaisquer assuntos relacionados à química, inclusive para bioquímica. Estudar teoricamente o funcionamento das biomoléculas (proteínas, aminoácidos, enzimas etc.) é com certeza muito mais produtiva e interessante se acompanhado da prática, em que o aluno pode aprender, por exemplo, como ocorre uma desnaturação.

"Mãos dadas" entre teoria e prática contribuem para uma visão mais abrangente do conhecimento, visto que a experimentação é intrínseca àq, além de mostrar aos alunos que estudar conteúdos químicos pode se tornar mais fácil e divertido, sendo notório que o laboratório tende a estimular a curiosidade e o instinto investigativo dos estudantes. Dito isso, percebe-se que a implantação de laboratórios para o estudo de química, biologia e física em todas as instituições educacionais privadas e públicas, deveria ser mais que obrigatório, pois é parte fundamental para o surgimento de novos cientistas, pesquisadores químicos e professores.

3. Metodologias alternativas que auxiliam no ensino de bioquímica

Sabe-se que o uso de metodologias para aperfeiçoar o ensino e aprendizagem da bioquímica dentro das salas de aula é de extrema importância. Nesse contexto, o uso de

analogias e contextualizações durante o ensino de bioquímica é importante, principalmente pelo fato de estarmos estudando reações químicas e estruturas que não são possíveis de enxergar, logo, as analogias e as contextualizações funcionam como uma ponte entre os assuntos complexos da bioquímica com situações cotidianas do aluno, fazendo a associação entre o estranho e o familiar, agregando e facilitando a compreensão por parte do discente. É importante ressaltar que esses recursos didáticos, apesar de facilitarem a linguagem da temática estudada, não deixam de lado os termos e conceitos científicos, apenas facilita a compreensão das temáticas abordadas pelo professor.

Apesar de serem recursos que tornam a aula mais diversificada, motivadora e atrativa, o professor deve discutir os limites da analogia e também considerar as ideias dos alunos, pois professor valida somente a própria fala, os discentes podem não sentir familiaridade ou entender aquela analogia como o próprio fenômeno que está sendo explicado — o domínio alvo —, causando mais complicações no processo da aprendizagem conceitual. (BARBOSA; LEAL; ROSSI; DIAS; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012).

Dentre os recursos ditos úteis pelos docentes, temos o uso de jogos didáticos, cubos mágicos "químicos" e as moléculas 3D. O lúdico é uma importante ferramenta que estimula a curiosidade do aluno e pode auxiliar o ensino de química, visto que hoje é relativamente fácil criar jogos manuais ou virtuais gratuitos que despertem o interesse do aluno pelo assunto, como "Quiz", "QuebraCabeça", 'Flash Cards", entre outros. Estes jogos têm o objetivo de despertar a curiosidade e estimular a memória do estudante sobre o assunto jogado, por isso ele não deve ser apresentado sozinho, e sim como uma consequência de um estudo formal realizado previamente. Outro ponto positivo é que podem ser jogados fora da sala de aula, visto o pouco tempo que se tem durante a aula.

Quanto aos objetos que podem ser usados, kits para montar moléculas para representar as estruturas em 3D são de grande utilidade, pois o professor pode montar ligações simples, duplas ou triplas, além dos átomos serem coloridos, sendo possível destacar algum elemento químico. Essa mesma ferramenta pode ser elaborada com palitos e bolas de isopor, sendo também uma alternativa que o professor deixe que o aluno possa construir essas estruturas químicas. A finalidade desse kit é demonstrar aos alunos a forma tridimensional das moléculas, mais eficiente que demonstrar em apenas um plano; conhecimento fundamental para os alunos antes de abordar os conteúdos relacionados. Outro exemplo citado foi o cubo químico: semelhante ao cubo mágico, o aluno deve montar a face do cubo de acordo com a família da tabela periódica, o que pode facilmente ser adaptado para a temática de bioquímica.

Os jogos e objetos como metodologia de ensino na área de exatas vêm sendo cada vez mais utilizados dentro da sala de aula, isso porque eles facilitam o entendimento do assunto que está sendo abordado pelo professor, ainda mais quando falamos da química, que é uma disciplina apresentada aos alunos recheada de números, fórmulas e simbologias, em que o mais comum é que o aluno grave as páginas do livro didático (DOMINGOS;

RECENA, 2010).

4. Metodologia ativa e suas contribuições para o ensino de bioquímica

A metodologia ativa é um processo no qual o aluno é inserido no meio educacional de forma com que ele seja protagonista e responsável pelo seu próprio aprendizado, apresentadas com o objetivo de chamar a atenção dos alunos ao assunto, bem como facilitar o entendimento. São formas excepcionais para amenizar os déficits de aprendizado dos estudantes, quando pensamos em instituições que oferecem apenas o livro didático como forma de estudos.

Uma das alternativas citadas na entrevista e que tem uma grande utilidade é a sala de aula invertida. Nela, o professor propõe uma inversão no seu modelo de ensino, trocando as aulas tradicionais por aulas em que os alunos possam ter uma participação mais ativa. O conteúdo é apresentado ao aluno fora do ambiente escolar, ou seja, seu primeiro contato com o conteúdo pode se dar por meio de uma vídeo-aula, uma leitura instigante ou até mesmo um aplicativo ou jogo que tenha relação com o tema abordado. Em se tratando de bioquímica, o professor pode sugerir um vídeo ou aplicativo com animações tridimensionais das moléculas para introduzir o assunto, despertando a curiosidade e interesse por parte dos discentes. A sala de aula invertida é uma alternativa para ensino que aumenta o envolvimento e melhora os resultados de aprendizagem (CORREIA; SANTOS; RODRIGUES; PAZ, 2019).

Outra metodologia bastante útil dentro do ensino não só de química, mas no ensino em geral é o Estudo de Caso, em que o professor cria problemas reais ou próximos do real e sugere aos alunos que pensem em soluções para resolvê-los. A ideia é que nessas situações haja vários caminhos para serem solucionados, a fim de provocar debates e diferentes pontos de vistas. Aqui o estudante trabalha por meio de pesquisas, argumentações e análises, logo, é um método excelente para desenvolver a visão crítica e reflexiva. Mais uma vez o aluno tem uma participação ativa dentro da sala de aula, e o professor se torna um mediador do conhecimento, ou seja, ele irá traçar um caminho lógico para os alunos e acompanhar o raciocínio desenvolvido por cada um. Vale ressaltar a importância do uso do data-show, pois através dele é possível elaborar aulas mais objetivas, dinâmicas e com vídeos, aproveitando melhor o tempo disposto, além de que no caso de bioquímica, os alunos precisam ter uma visão tridimensional das estruturas químicas, então é uma ótima alternativa para auxiliar a aprendizagem nesse sentido, principalmente caso o professor ou o colégio não consiga fazer o uso de objetos de simulação para essas estruturas.

5. Relação do tempo disposto para o ensino de bioquímica e a interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade é um conceito que trata das tentativas de construir pontes entre disciplinas que geralmente são estudadas separadamente, através do entrelaçamento de diferentes conteúdos – proposta essa que tem o objetivo de despertar aos alunos

curiosidade sobre tal, além de estimular a construção do senso crítico para a compreensão de assuntos de grande nuance e complexidade. Em outras palavras, é um método ou mentalidade que funde conceitos ou metodologias educacionais tradicionais para chegar a novas abordagens ou soluções (SOUZA; JUNIOR; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2018). A necessidade de uma maior carga horária foi destacada na pesquisa como motivo para a dificuldade em trabalhar interdisciplinarmente, e essa satisfação pode ser observada na Figura 1:

Figura 1 – Satisfação dos docentes quanto à carga horária disponibilizada para a química.

De acordo com a Figura 1, podemos notar a insatisfação dos docentes quanto à carga horária de aula, porém deve ser analisado um ponto importante que é o motivo dessa insatisfação. A principal queixa foi o fato de que apesar da existência de interdisciplinaridade entre biologia e química, esse conceito muitas das vezes não é aplicado de forma a agregar ao ensino, sendo assim, o professor de química acaba por dedicar tempo da sua aula para explicar um assunto que é esperado que o aluno já tivesse um conhecimento prévio.

Outra análise que pode ser feita é a cerca do Currículo Referência do Estado de Goiás enquanto que os alunos do primeiro ano estão estudando as biomoléculas em biologia, nesse mesmo espaço de tempo em química eles estão em conteúdos que não condizem com tal. Isso reforça as queixas citadas pelos professores, onde isso é um fator que acaba atrasando e prejudicando a qualidade do ensino e aprendizagem.

Contudo, levando em consideração o fato de não ser possível termos mais aulas na grade de química, seria muito interessante que essas disciplinas pudessem ser reorganizadas para poderem caminhar “de mãos dadas”, sobretudo quando elas têm temáticas em comum, assim como se faz na graduação em que teoria e prática se completam. Enquanto os alunos aprendem sobre estruturas químicas e como enxergá-las

com uma visão tridimensional dentro da matéria de química, o professor de biologia terá mais tempo e facilidade para se dedicar às aplicações das biomoléculas.

Mesmo que não esteja descrito no Currículo Referência do Estado de Goiás, os livros didáticos do terceiro ano apresentam conteúdos de bioquímica junto às funções orgânicas, mais um motivo para que se mantenha firme essa interdisciplinaridade, visto que a Biologia tem foco maior na aplicabilidade para manutenção da vida, e não na teoria química e estrutural dessas biomoléculas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante os levantamentos realizados, podemos concluir a importância e viabilidade de incluir de forma eficiente as temáticas de bioquímica dentro do ensino médio, visto que se trata de um tópico que explica o funcionamento da vida. Além disso, as dificuldades apontadas na hora de lecionar, como carga horária, falta de metodologias, de instrumentos de trabalho e até mesmo de infraestrutura em algumas instituições são questões que devem ser discutidas para que possa haver um ensino de bioquímica de qualidade, já que foi entendido que o possível futuro acadêmico e de carreira do aluno possui grandes chances de ser determinado no ensino médio, através do estímulo do interesse e de curiosidade que o professor motiva durante as aulas. Também vale ressaltar a necessidade do suporte e preparação dos docentes para que haja um ensino de qualidade, para que assim ele saiba lidar com as adversidades anteriormente citadas, como instituições sem laboratório, por exemplo. O resultado das mudanças a curto prazo seria, com certeza, alunos mais interessados por bioquímica/química e docentes mais satisfeitos com o ensino; e a longo prazo um maior número de cientistas, pesquisadores, além de uma eficaz alfabetização científica.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.; LEAL, M.; ROSSI, S.; DIAS, T.; FERREIRA, K.; OLIVEIRA, C. **ANALOGIAS PARA O ENSINO DE BIOQUÍMICA NO NÍVEL MÉDIO**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 14, n° 1, p. 195-208, Janeiro-Abril, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/h7dbKV55hBQjTQ4LNd39Yym/?lang=pt.> Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

CORRÊA, E.; SANTOS, B.; RODRIGUES, L.; PAZ, D. **METODOLOGIAS ATIVAS: SALA DE AULA INVERTIDA - UM NOVO JEITO DE APRENDER**. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão, Paraná, v. 4, n° 1, p. 133/1-133/11, Março, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiETG&page=article&op= view&path%5B%5D=752.> Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

DIAS, G.; OLIVEIRA, F.; PASCUTTI, P.; BIANCONI, M. **Desenvolvimento de ferramentas multimidiáticas para o ensino de bioquímica**. REVISTA PRÁXIS, Rio de Janeiro, Ano V, nº 9, p. 26-30, Junho, 2013. Disponível em:< https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/599.> Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

DOMINGOS, D.; RECENA, M. **Elaboração de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de química: a construção do conhecimento. Ciências & Cognição**. Mato Grosso do Sul, v. 15, n° 1, p. 272- 281, Abril, 2010. Disponível em: <https://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/113> Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS. **Currículo Referência da Rede Estadual da Educação de Goiás**, 2011.

SOLNER, T. B.; FERNANDES, L. S.; FANTINEL, L. **O ensino de bioquímica: uma investigação com professores da rede pública e privada de ensino**. Revista Thema, Santa Maria/RS, v. 17, n° 4, p. 899-911, Janeiro, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1591> Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

SOUZA, A. M.; JUNIOR, A.; OLIVEIRA, E.; ALMEIDA, M. **Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas**. Revista Cadernos de Estudos e Pesquisas na Educação Básica, Recife, v. 4, n° 1, p. 197-212, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/cadernoscap/article/view/237605.> Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

TOMAZETI, R. **Maioria das escolas públicas de GO tem biblioteca, mas apenas 32% contam com laboratório de ciências**. Diário de Goiás, Goiânia, 14, janeiro, 2020. Disponível em: <https://diariodegoias.com.br/maioria-das-escolas-publicas-de-go-tem-biblioteca-mas-apenas-32-contam-com-laboratorio-de-ciencias/#:~:text=Home%20Notícias%20Educação-,Maioria%20das%20escolas%20públicas%20de%20GO%20tem%20biblioteca%2C%20mas%20apenas,contam%20com%20laboratório%20de%20ciências&text=Um%20estudo%20apresentado%20pelo%20Comitê,ensino%20fundamental%20e%20médio%20goianas>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2022.

CAPÍTULO 4

ENVIRONMENTAL AMAZON BANK: UM JOGO DE TABULEIRO SOBRE OS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS PARA O USO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA, PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 18/03/2022

Maria Aparecida Oliveira de Lima Sousa
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.
MARABÁ-PARÁ;
https://orcid.org/0000-0001-6688-1814

Claudio Emidio-Silva
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.
MARABÁ-PARÁ;
https://orcid.org/0000-0001-8769-5383.

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo ressaltar a importância dos jogos didáticos-pedagógicos na educação, que podem auxiliar no ensino-aprendizagem da química e dos processos químicos. Em se tratando das muitas possibilidades do uso do lúdico como material didático, foi desenvolvido um jogo de tabuleiro voltado para o ensino dos Combustíveis fósseis. Na perspectiva da alfabetização científica a ideia é fazer uma reflexão, durante o jogo, sobre a importância do uso em demasia dos combustíveis fósseis, uma vez que já existem muitas outras alternativas na matriz energética. O jogo foi construído utilizando o programa *Canva*. Pode ser jogado de 3 a 7 pessoas, a partir de 10 anos de idade, desde que já tenha uma compreensão de leitura e que saiba algumas operações matemáticas básicas.

PALAVRAS-CHAVE: Ciências-Química; Ensino-Aprendizagem de Química; Jogo de Tabuleiro Químico.

ENVIRONMENTAL AMAZON BANK: A BOARD GAME ABOUT FOSSIL FUELS FOR USE IN TEACHING AND LEARNING CHEMISTRY, PARÁ, EASTERN AMAZON

ABSTRACT: The present work aims to emphasize the importance of didactic-pedagogical games in education, which can help in the teaching-learning of chemistry and chemical processes. In terms of the many possibilities of using play as a teaching material, a board game was developed for the teaching of Fossil Fuels. From the perspective of scientific literacy, the idea is to reflect, during the game, on the importance of excessive use of fossil fuels, since there are already many other alternatives in the energy matrix. The game was built using the Canva program. It can be played by 3 to 7 people, from 10 years old, as long as you already have a reading comprehension and you know some basic math operations.

KEYWORDS: Science-Chemistry; Teaching-Learning Chemistry; Chemical Board Game.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais é necessário que tanto o aluno como o professor reaprendam a brincar independente de sua idade. Atualmente existem jogos para todas as idades, tendo em vista adolescentes e adultos que buscam por jogos com objetivos pré-determinados, usados como atividades de lazer, e crianças que se divertem pelo ato de brincar (SOARES, 2004; 2015). Neste cenário, o professor precisa reavaliar suas metodologias de ensino, de modo que as

atividades lúdicas sejam inseridas em seu planejamento como ferramenta didática, que incentiva o aluno a aprender de forma, criativa e prazerosa, melhorando a interação social entre as pessoas e os grupos (MEDEIROS; RODRIGUES; SILVA, 2016).

De acordo com Silva (2010) a utilização de jogos didáticos são instrumentos metodológicos que podem e devem ser incluídos nos planejamentos de aulas de química do Ensino Médio e Ensino Fundamental. A aplicação de jogos didáticos em sala de aula estimula e incentiva os estudantes a aprenderem através de uma metodologia que completam as aulas dialogadas, revelando ao aluno a construção do saber (REZENDE, 2018).

Segundo Horberman (1973) o aprendizado dos conteúdos de Química no ambiente escolar depende de como serão explorados pelo professor, assim como as estratégias e recursos que serão empregados durante as aulas ministradas. Entre os recursos pedagógicos validados para o processo de ensino e aprendizagem de Química destacam-se as experimentações (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010), os recursos visuais (ARROIO; GIORDAN, 2006), os jogos didáticos (SOARES, 2004; 2015), dentre outros.

Conforme Kishimoto (1996) os jogos didáticos impulsionam os estudantes a construírem ativamente o conhecimento trazendo o prazer e o esforço espontâneo de aprender algo desde que a aplicação e função lúdica educativa estejam de forma harmoniosa. O lúdico está relacionado ao caráter de diversão e prazer que um jogo pode proporcionar. Ao passo que, a função educativa se refere a compreensão de habilidades e saberes. Soares (2015) refere-se ao jogo educativo como uma atividade que é utilizada em sala de aula para substituir a forma tradicional de ensino.

No ensino de Química, essa interação ocorre principalmente porque para a aprendizagem dos fenômenos químicos em geral é associada a memorização de fórmulas, cálculos e de uma infinidade de nomenclaturas, sem uma relação prática com o dia a dia do estudante. Assim, considerando que a diversão associada ao ato de jogar, permite que o estudante entenda o assunto de forma criativa e dinâmica, por meio da interação com os conteúdos químicos. Vale ressaltar que o uso de jogos didáticos não pode ser visto apenas como brincadeira, eles podem desenvolver o pensamento lógico contribuindo para o aprendizado dos conceitos de diversos conteúdos escolares (CUNHA, 2000).

Os jogos pedagógicos unem-se ao aprendizado de determinados conteúdos, estimulando, através das atividades lúdicas, o interesse do estudnte no assunto abordado, proporcionando uma aprendizagem divertida e eficaz (BORBA 2007). Por mais que o estudante não tenha um desempenho suficiente durante a aplicação do jogo, é preciso considerar o que ele aprendeu durante a atividade, visto que o jogo normalmente não é uma avaliação formal, embora o professor também possa utilizá-lo para este fim. Dessa forma, o aluno se sente à vontade para tentar as respostas, o que pode confirmar ou tirar alguma dúvida que ele tenha em relação ao conteúdo. O uso do jogo na escola, favorece o aprendizado pelo erro e estimula a exploração e resolução de problemas, pois como é

livre de pressões e avaliações, cria um clima adequado para a investigação e a busca de soluções (Kishimoto, 1996).

Com isso, apresentamos o **Jogo Didático de Tabuleiro Environmental Amazon Bank,** que foi desenvolvido como uma proposta pedagógica, a fim de contemplar as funções lúdicas e educativas, através do prazer e do divertimento, bem como da compreensão de conhecimentos e saberes químicos relacionados aos combustíveis fósseis, suas características, usos e problemas ambientais que eles causam.

A temática deste trabalho surgiu pelo interesse em demonstrar que o ato de ensinar, nas escolas não precisa ser penoso e regulador. Os educandos podem aprender sem que seja necessário somente a memorização e outros processos menos prazerosos. A utilização de jogos didáticos, no ensino-aprendizagem de química, se dá por abranger o conteúdo ministrado em sala de aula, de modo que se obtenha uma aprendizagem significativa (ESCREMIN; CALEF, 2018).

Essa proposta lúdica pedagógica tem como objetivo geral valorizar a importância das metodologias lúdicas, no nível de Ensino Médio, especialmente na cidade de Marabá, sudeste do Pará, Amazônia Oriental através de atividades em que o jogo atuará como instrumento e como metodologia ativa viável de aprendizagem em sala de aula, podendo ajudar também na construção da alfabetização científica, local. Lembrando que pode ser utilizado também nos anos finais do Ensino Fundamental, nas aulas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, se o professor assim desejar.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aqui empregada foi a utilização de referências bibliográficas, sobre jogos didáticos para o ensino e aprendizagem de química, que foi desenvolvido no primeiro semestre do ano de 2021. O jogo foi construído procurando relacionar os conhecimentos dos combustíveis fósseis (ADAMS; NUNES, 2018) abordando assuntos da química para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e do Ensino Médio.

O jogo de tabuleiro foi criado utilizando ferramentas do programa *Canva*, que possibilita a criação de diversos materiais incluídos pedagógicos, para todas as áreas do ensino e em todos os níveis escolares. O jogo é baseado nos jogos de tabuleiros tipo “banco imobiliário” (FREITAS *et al.*, 2020), mas com uma produção dos assuntos relacionados totalmente vinculados com aos conhecimentos químicos e ambientais, produzidos pelos autores.

O jogo apresenta 01 tabuleiro, 02 dados de seis faces, 128 cartas (18 títulos de posse; 60 casas conquistas; 20 cartas de sorte ou azar e 30 perguntas e respostas sobre a temática), 360 notas realciclano (dinheiro fictício para compor o jogo), e 6 peões representando as pessoas que jogarão. O jogo pode ser jogado de três a sete pessoas, onde um sempre é o banqueiro e o condutor do jogo e os demais são os jogadores. O

professor, em alguns casos, pode ser o banqueiro que articula todas as jogadas, mas isso pode ser resolvido durante a atividade em sala de aula. Como geralmente as turmas são grandes, é bom ter um banqueiro em cada jogo e o professor fica como um coordenador geral das mesas de jogos, tirando as dúvidas e resolvendo alguns problemas que possam surgir.

Como mencionado anteriormente, o jogo foi construído no Programa *Canva* e o tabuleiro foi impresso em um plotter no tamanho de 48 cm X 65 cm. As demais cartas e o dinheiro foram impressos em papel A4, sendo o dinheiro em papel sulfite e as cartas em papel um pouco mais duro (opalino). Depois de impresso, as cartas e o dinheiro foram recortados com tesoura. As cartas como tinham frente e verso foram dobradas e coladas com cola de isopor.

Depois de pronto o jogo foi testado por algumas pessoas, mas ainda não foi possível trabalhar em sala de aula devido a pandemia do Covid 19, e as escolas estarem ainda fechadas para esse tipo de atividades. No futuro próximo o jogo pode ser melhor testado e a partir das percepções dos educandos, podem ser realizadas algumas mudanças, caso seja necessário.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme (SILVA, 2011, p.14) o lúdico é instrumento pedagógico no processo de ensino e de aprendizagem nas aulas das diferentes áreas. Logo, o instrumento pedagógico deverá proporcionar ao aluno vivências prazerosas com aprendizagem de valores, além da criatividade, desenvolvimento cultural e social. O uso de jogo e do lúdico, serve como auxílio a fim de servir como instrumento de trabalho proporcionando pensamentos reflexivos além de identificar as quatro formas de reflexão: a introspecção, o exame autocrítico, a indagação e a espontaneidade (GARCIA, 1992, p. 64). Além disso, é importante lembrar que o jogo por si, sem contextualização, em nada contribui na prática educacional do professor (HUIZINGA, 1990). O jogo permite melhorar a relação interpessoal, além de contribuir para a construção de conhecimentos de ensino-aprendizagem, de forma significativa e agradável. Muitos jogos têm sido desenvolvidos nas últimas décadas para o ensino de química, com muitas possibilidades de uso e de intervenções metodológicos (VASCONCELOS; CRISTINA, 2021; OLIVEIRA; SILVA; FERREIRA, 2011).

A realização da construção do **Jogo Didático de Tabuleiro Environmental Amazon Bank** nasceu frente a possibilidade de se fazer uma discussão mais ampla sobre o assunto dos ***combustíveis fósseis*** e seus diversos impactos ambientais, na atualidade. O educando no Ensino Médio no anos finas do Ensino Fundamental precisa entender os problemas que a sociedade capitalista tem produzido com a industrialização, suas necessidades recorrentes por energia e os impactos locais, regionais e globais do qual o Planeta Terra passou a ser sua principal vítima. Compreender essas questões pode colocar

o educando no centro do processo de ensino-aprendizagem de química e como um agente social crítico de seu tempo, possibilitando tomar decisões em amplo espectro de sua vida, e da sociedade onde coabita.

O jogo visou alcançar duas perspectivas: 1) a própria construção de um jogo de tabuleiro, como parte das metodologias relacionadas ao movimento *maker* e; 2) o conhecimento teórico do conteúdo de química para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, envolvendo os combustíveis fósseis. A construção do jogo ocorreu por meio do programa do *Canva*. Exigiu conhecimentos básicos de informática, além de um forte envolvimento sobre os conhecimentos a respeito dos combustíveis fósseis. Para elaborar e construir jogos didáticos como métodos de ensino, é necessário conhecimento sobre os assuntos da Química, concentração, capacidade de selecionar e avaliar, além disso, capacidade de atribuir sentido aos conteúdos com o uso do lúdico a fim de quebrar o paradigma sobre o ensino tradicional e sobre as metodologias exaustivas para o ensino-aprendizado dos educandos. Isso pode ser superado por meio de experiências prazerosas e criativas melhorando o desenvolvimento pessoal, profissional e coletivo.

A aplicação do Jogo ocorreu com um grupo de amigos, dos autores, com idades de 23 a 30 anos. Nesta fase jovens e adultos têm domínio das habilidades, interpretações e pensamentos lógicos. Formou-se uma equipe com 7 pessoas, (onde um deles ficou como o banqueiro e articulador do jogo) quantidade referente ao total máximo de jogadores.

O material utilizado foi confeccionado pela primeira autora com recursos de baixo custo e de fácil acesso. Partindo uma perspectiva do movimento *Maker* (BROCKVELD; TEIXEIRA; SILVA, 2017), onde ao se propor construir o material didático o educando pode se sentir melhor, mais imerso no processo educativo. A proposta pedagógica ocorreu com o uso do jogo a partir do material concreto. O jogo educacional utilizado foi realizado para verificar e ampliar os conhecimentos básicos da Química sobre os Combustíveis Fósseis. Após o jogo, os participantes puderam relatar suas experiências, a partir da manipulação das cartas, do dinheiro e de todos os materiais construídos para o jogo de tabuleiro.

A ordem de início do jogo foi dada através dos dois dados, conforme o maior número alcançado com a soma deles, pelos jogadores. O tempo do jogo foi de 3 horas, dessa forma já temos uma estimativa de tempo que pode ser utilizado pelo professor, em sua atividade pedagógica. Esse foi o tempo do desenvolvimento no processo de todo o jogo. O grau de dificuldade e disputa ocorria ao longo de cada rodada. Como o jogo se trata de sorte e estratégia buscou-se estimular os participantes a compreender a relação do jogo com o assunto dos combustíveis fósseis com as cartas perguntas e respostas, a cada acerto ou erro do assunto, os participantes ganhavam ou pagavam o “Realciclano”. No final um dos jogadores se torna o milionário do jogo, mas todos vão passando pelos conteúdos inseridos no jogo.

As regras para aplicação do jogo foram demonstrar como ele relaciona os combustíveis fósseis com o meio ambiente. Assim apresentou-se as regras: 1) O objetivo do

jogo é tornar-se o mais novo milionário através da compra, aluguel ou venda de propriedade do Environmental Amazon Bank, evitando a falência ao percorrer o tabuleiro. A ordem de início do jogo é decidida através dos dados ao se tirar o maior número; 2) Para jogar é necessário de 3 a 7 jogadores, sendo 1 bancário. Em cada jogada a pessoa ou educando lançará os dados para determinar quantas casas irá percorrer; 3) Cada jogador irá receber, 2 notas de $500, 2 notas de $200, 2 notas de $100, 5 notas de $50, 7 notas de $20, 6 notas de $10, 8 notas de 5 e 5 notas de $1. Todo o restante irá para o banco juntamente com os títulos de propriedade; 4) De acordo com o resultado do dado, o jogador poderá comprar uma empresa ou imóvel pagando o preço indicado no tabuleiro ao banqueiro. Ao se alcançar os lugares pagam-se impostos, recebem-se lucros, tiram-se cartões de SORTE ou AZAR ou PERGUNTAS E RESPOSTAS, executando assim a ordem respectiva. Em seguida os cartões devem ser colocados embaixo das outras cartas; 5) Prisão: caso seja preso, o participante (jogador) só poderá deixar a prisão após tirar duas vezes o mesmo número caso o contrário só poderá pagar a fiança após a terceira tentativa. O valor a ser pago será de 75 Realciclano ou pegar o "*habeas corpus"* no SORTE ou AZAR; 6) Cada vez que um jogador passa pelo início, ele recebe honorários no valor de $200 Realciclanos. Se um jogador cair em alguma propriedade ou empresa que já tenha dono, o mesmo deverá pagar o aluguel de acordo com o respectivo proprietário, conforme o título de posse; 7) Em cada terreno se pode construir até 5 casas conquistas pagando o valor indicado ao proprietário (Observação: Só pode colocar uma casa conquista de cada vez); 8) É permitido troca ou vendas de propriedades entre si, quando acharem conveniente; 9) Hipotecas: Tanto casas como imóveis ou empresas deverão ser vendidos pela metade do preço ao banco.; 10) Os pagamentos deverão ser feitos apenas em dinheiro; se o jogador não tiver dinheiro para pagar nem ao jogador nem ao banco deve vender uma ou mais propriedades pela metade do preço para o banco ou outro jogador; 11) Para resgatar a hipoteca deve-se pagar o mesmo valor + 10% de juros; 12) Se mesmo após a venda de casas, imóveis e empresas ou hipotecas o jogador não tiver dinheiro para pagar suas dívidas ele deve-se retirar do jogo; 13) O jogo termina quando ficar somente um jogador e os outros irem a falência ou após 10 minutos e um jogador tiver mais propriedades e dinheiro que todos os outros juntos, ou hipotecas que deverão ser cotadas pelos valores delas.

Assim, foi possível serem analisadas as reações comportamentais dos participantes diante da proposta do jogo, as motivações estimuladas por ele, de forma geral e individual. Observou-se que no processo da aplicação do jogo todos se envolveram muito com as atividades pedidas, o que é uma boa indicação para uso em sala de aula. A seguir são apresentadas nas Imagens 1 e 2 o tabuleiro, as cartas e o dinheiro.

Imagem 1: Tabuleiro para jogar o Environmental Amazon Bank.

Imagem 2: Amostra das Cartas e do Dinheiro Realciclano.

CONCLUSÃO

A construção do jogo de tabuleiro aborda a importância do lúdico como metodologia inovadora para a educação, além de ampliar o conhecimento da química contextualizada, com potencialidade de desenvolver muitas habilidades e competências. Portanto o jogo aqui apresentado pode proporcionar aos educandos vivências prazerosas com aquisição de valores, criatividade e desenvolvimento social, motivação, propiciando o desenvolvimento espontâneo, dentro da disciplina Química, no Ensino Médio ou Ciências Naturais no Ensino Fundamental.

É preciso destacar a imensa potencialidade desse jogo, não apenas para o assunto abordado que foi os combustíveis fósseis, mas para muitos outros. O professor só precisa compreender os tópicos de forma mais amplas, onde a temática trazida precisa estar contextualizada com a realidade dos educandos. Os conteúdos abordados devem estar também em diálogo com a alfabetização cientifica e com a contextualização, permitindo que um amplo espectro de habilidades e competências sejam desenvolvidas ou estabelecidas a partir do jogo.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao Fellipe Wendel Costa Sousa pelo apoio, aos nossos professores e amigos e ao Grupo de Estudos e Pesquisas para o Ensino-Aprendizagem de Ciências, Biologia, Química e Física na Amazônia – GEPECAM, da Faculdade de Química, do Instituto de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

REFERÊNCIAS

ADAMS, F. W.; NUNES, S. M. T. O jogo didático “na trilha dos combustíveis”: em foco a termoquímica e a energia. Foz do Iguaçu. **Revista Eletrônica *Ludus Scientiae***, v. 02, n. 02. 2018. p.90-105.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O. Vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**. N. 24. 2006. 8-11p.

BORBA, A. M. **A brincadeira como experiência de cultura na educação infantil. Revista Criança.** Ministério da educação. ed. 44. 2007. 12-14 p.

BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; TEIXEIRA, Clarissa Stefani; SILVA, Mônica Renneberg da. A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. **Rio + 30 – Conferência ANPROTEC**. 2017. 1-24p.

CUNHA, M. B. **Jogos didáticos de Química.** Santa Maria. Grafos. 2000.

ESCREMIN, J. V.; CALEF, P. S. **Jogos, ensino e formação de professores reflexivos**. 1ª Ed. Curitiba. Editora Appris. 2018.

FREITAS, Aline Balbueno; NUNES, Daisy de Lima; MEDINA, Carla Cristina Borges; SCHMITT, Maria Laura Videiro; BÜTTENBENDER, Maiara Dias; ABREU, Amanda Gomes de; BICA, Mário Sérgio Nunes; ROEHRS, Rafael. Ouroboros: um jogo de tabuleiro para o Ensino de Química. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 5. 2020. p.372-392.

GARCIA, C. M. **A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor**. In: NÓVOA, A. (coord). Os professores e a sua formação. Lisboa: Publ. Dom Quixote, 1992. 64p.

HOBERMAN, A. M. **Como realizam as mudanças em educação:** subsídios para o estudo da inovação. São Paulo. Cultrix. 1973.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens – Estudos.** São Paulo. Editora Perspectiva S. A., 1999.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil.** São Paulo. Pioneira. 1996.

MEDEIROS, C. E.; RODRIGUEZ, R. de C. M. C.; SILVEIRA, D. N. **Ensino de Química**: superando obstáculos epistemológicos. 1º ed. Curitiba. Editora Appris. 2016.

OLIVEIRA, L. M. S; SILVA, O. G; FERREIRA, U. V. S. Desenvolvendo Jogos Didáticos para o Ensino de Química. Natal. Holos. No. 03-01, Vol.5. 2011. p.166-175.

REZENDE, F. A.M.; CARVALHO, C. V. M.; GONTIJO, L. C.; SOARES, M. H. F. B. **RAIO QUIZ:** Discussão de um conceito de propriedade periódica por meio de um jogo educativo. São Paulo. Química Nova na Escola. V.41, No. 3. 2018. 248-258p.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí. Ed. Unijuí. 2010. 231-261p.

SILVA, Suzamara. **As Concepções de Lúdico dos Professores da Rede Municipal de Londrina-PR**. Londrina. Trabalho de Conclusão de Curso (EDUCAÇÃO FÍSICA – LICENCIATURA). Universidade Estadual de Londrina. 2011.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química**: jogos e atividades aplicadas ao ensino de química. São Carlos. Tese de Doutorado. Doutorado em Ciências, área de concentração: Química. Universidade Federal de São Carlos. 2004. 196p.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e Atividades lúdicas para o ensino de Química**. 2ª ed. Goiânia. Editora Kelps. 2015.

VASCONCELOS, Gomes Catunda de; CRISTINA, Flávia. Reflexões sobre o uso de jogos didáticos para o ensino de química no brasil. **Enseñanza de las ciencias**, Núm. Extra. 2017. p. 5065-5070. <https://ddd.uab.cat/record/183272> [Consulta: 2 setembre 2021].

CAPÍTULO 5

O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL (ERE): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Data de aceite: 01/05/2022

Rafael Straus de Sá
Universidade do Estado do Amazonas

Igor Andrade Ribeiro
Universidade do Estado do Amazonas

Adriane Sarmento Jacaúna
Universidade do Estado do Amazonas

Alex Izuka Zanelato
Universidade do Estado do Amazonas

Michele Marques de Souza
Seduc

RESUMO: O presente trabalho visa apresentar o resultado de uma experiência, desenvolvida no contexto do Ensino Remoto Emergencial (ERE), devido à crise de saúde pública causada pela pandemia de Covid-19. A atividade foi realizada com 67 alunos de uma turma do 8 ano do ensino fundamental de uma escola pública da cidade de Parintins/ AM. Teve como objetivo criar imagens em mídias para publicar em redes sociais e usá-las durante uma aula sobre Modelos Atômicos. Essa atividade permitiu refletir sobre os desafios de professores e alunos na busca de estratégias para ensinar ciências durante a pandemia.
PALAVRAS-CHAVE: Ensino Remoto Emergencial; Modelos Atômicos; Pandemia.

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no contexto do Ensino Remoto Emergencial (ERE), devido à crise de saúde pública causada pela pandemia de Covid-19. Esse tipo de estratégia educacional trata-se de uma mudança temporária de ensino, devido às circunstâncias de crise (HODGES et al. 2020). O desafio para os professores nesse contexto foi grande, uma vez que foi preciso conciliar o ministrar das aulas, para cumprir o currículo exigido, e, ao mesmo tempo atrair a atenção dos estudantes, de modo a ter participação efetiva nas aulas. Surgiu as indagações: como produzir conteúdo atrativos neste período em que o aluno e família são os principais atores da rotina de estudos? Como ministrar conceitos teóricos de forma mais didática e alinhada à atualidade dos jovens? As redes sociais são um dos meios de interação mais usados na atualidade e no período pandêmico tornou-se mais difundido seu uso, inclusive para publicações e compartilhamento de informações, sugestões de atividades, materiais e ferramentas digitais de estudo (PAIVA, 2020). Nesse sentido, expomos neste trabalho uma aula que teve como tema Modelos atômicos, que é um conceito básico, pois está associado a interpretação de fenômenos e propriedades micro e macroscópicas da matéria, evolução histórica da ciência e é um conteúdo indispensável para o entendimento de conceitos importantes da Física, Química e Ciências Biológicas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi criar imagens em mídia sobre os

modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford e usá-las como material de apoio nas aulas remotas sobre o assunto, bem como para publicar em redes sociais, possibilitando a divulgação científica.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do PIBID de Química, em acompanhamento das aulas remotas de Ciências da Natureza pelos acadêmicos do curso de Licenciatura em Química da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Esta pesquisa é de cunho descritivo, com abordagem qualitativa, do tipo relato de experiência. A professora regente atua na Escola Estadual São José Operário, na cidade de Parintins, Amazonas. O público alvo deste relato foram 67 alunos do 8º ano do ensino fundamental, turno vespertino e foi aplicado em maio de 2021, com tema central da aula sobre cargas elétricas e enfoque em Modelos Atômicos. As aulas aconteceram pelo aplicativo WhatsApp e a sequência didática adotada seguiu a base do livro "Companhia das Ciências 8° ano: ensino fundamental, anos finais" de Usberco et al. (2018) do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O procedimento da pesquisa foi realizado em etapas: I – Reunião e planejamento para produção dos materiais para as aulas da disciplina. II – Criação dos Perfis nas redes sociais Facebook e Instagram. III - criação de imagens em mídias sobre modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford, usando o aplicativo de designer gráfico Canva. IV – Material de leitura repassadas aos alunos, da página 109 e 110 do Livro "Companhia das Ciências" sobre Dalton, Thomson e Rutherford. V – Publicação nas redes sociais. VI – Discussão do texto e apresentação das imagens no grupo de WhatsApp para os alunos durante as aulas referentes ao assunto. A dinâmica de apresentação dos materiais foi realizada durante uma aula de 70 minutos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os estudos de Lucas e Moita (2020), apresentam que no cenário do Ensino Remoto Emergencial poucos professores estavam preparados para atuar e isso gerou um espaço de autossuperação que culmina com o desenvolvimento de práticas de ensino inéditas ou pouco usuais. Pode-se dizer que a criação dos perfis do PIBID/Química nas redes sociais Facebook e Instagram, encaixam-se nesse tipo de espaço pouco usual, pois estes serviram para compartilhar informações, sugestões de atividades e materiais (Figura 1). Além disso, essas atividades mostraram como professores precisaram se reinventar no sentido de criar meios para levar o ensino aos alunos durante a pandemia, alcançando uma experiência transformadora para professores e alunos. Durante a aula de 70 minutos, os alunos precisaram fazer a leitura sobre a história dos modelos atômicos, para que pudessem conhecer os cientistas que descobriram e que foram importantes para evolução dos

modelos atômicos. Nesse momento perguntou-se aos alunos quais os cientistas citados no texto, e alguns responderam “John Dalton; J.J. Thomson; Ernest Rutherford”. Desta forma, foi possível constatar que os alguns dos estudantes leram o texto e souberam dizer quais os cientistas citados. Após essa interação no grupo (Figura 2), foi apresentado as imagens criadas por meio do aplicativo de Canva e que já tinham sido divulgadas nas redes sociais para alunos e público em geral. Essas imagens mostraram os cientistas e os modelos que propuseram, pois consideramos que o ensino de modelos atômicos é um assunto que necessita de muita abstração por parte do estudante e o uso das imagens durante as aulas pelo WhatsApp, garantiu que pudessem ver esses modelos e não apenas imaginassem, facilitando a aprendizagem.

Figura 1. Nas redes sociais do PIBID/Química.

Figura 2. Apresentação do material no grupo de WhatsApp.

CONCLUSÕES

Este relato de experiência mostrou que o ensino de modelos atômicos no contexto de Ensino Remoto Emergencial, foi um grande desafio, e buscar soluções para facilitar o processo de ensino e aprendizagem em ambientes virtuais, como o WhatsApp, continuará sendo uma luta constante diante dos muitos diferentes conteúdos que devem ser ensinados. Assim, o uso de imagens como material de apoio nas aulas de modelos atômicos se mostrou adequada, já que garante que os alunos possam ver o que estamos falando, e não somente imaginar.

AGRADECIMENTOS

A CAPES por meio do projeto PIBID e aos alunos e professores envolvidos.

REFERÊNCIAS

Companhia das Ciencias, 8° ano: ensino fundamental, anos finais / Usberco... [et al.] –5. Ed.—São Paulo: Saraiva, 2018.

HODGES, Charles et al. The difference between emergency remote teaching and online learning. EDUCAUSE Revide. 27 mar. 2020. Disponível em: https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning. Acesso em: 2 set. 2021.

LUCAS, L. M.; MOITA, F. M. G. S. C. Ensino Remoto Emergencial (ERE): impactos na prática pedagógica durante a Covid-19. Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológica, v. 6, Edição Especial Desafios e Avanços 1 Educacionais em Tempos da COVID-19, e143320, 2020. Disponível em: https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1433. Acesso em 30 de ago. 2021.

PAIVA, Vera Lucia Menezes de Oliveira e. Ensino Remoto ou Ensino a Distância Efeitos da Pandemia. Estudos Universitários: revista de cultura, v. 37, n. 1 e 2, Dez. 2020. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/estudosuniversitarios/article/view/249044. Acesso em 30 de ago. 2021.

CAPÍTULO 6

O USO DO TEMA GERADOR “LIXO ELETRÔNICO” NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 05/03/2022

Ademar da Costa Amaro Junior
IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista
Cuiabá - MT
http://lattes.cnpq.br/9160133996673980

Daniela Raphanhin da Silva
IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista
Canarana - MT
http://lattes.cnpq.br/2401949647862901

Rejane Souza de Assunção de Campos
IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista
Várzea Grande - MT
http://lattes.cnpq.br/0904639541023161

Suzana Aparecida da Silva
IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista
Cuiabá - MT
http://lattes.cnpq.br/3262508503241610

Rosimeire Montanuci
IFMT – Campus Cuiabá Bela Vista
Cuiabá - MT
http://lattes.cnpq.br/1536126985400646

RESUMO: Este trabalho tem o objetivo de fazer um levantamento sobre o lixo eletrônico como tema gerador nas aulas de Química e, especificamente, no ensino de eletroquímica trabalhado em sala de aula. Utilizou-se a metodologia de pesquisa de natureza qualitativa do tipo pesquisa bibliográfica e fundamentada na categorização de análise de conteúdo de Bardin com três locais selecionados: Revista Química Nova na Escola (QNEsc), anais da divisão de ensino de Química do Congresso Brasileiro de Química (CBQ) e os anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Verificam-se publicações com a utilização desse tema no ensino de eletroquímica, apontado muitas vezes como um dos assuntos mais difíceis, evidenciando o tipo de poluição causado por esse determinado material além da destinação adequada.

PALAVRAS-CHAVE: Eletroquímica; Ensino de Química; Lixo eletrônico.

THE USE OF THE GENERATING THEME “E-WASTE” IN ELECTROCHEMICAL TEACHING

ABSTRACT: The aim of the present study is to map the theme e-waste as a triggering matter for Chemistry classes and specifically in the teaching of electrochemistry taught in the classroom. In this bibliographic study was employed the qualitative research methodology based on the categorization of the analysis featured in the following three publications authored by Bardin: magazine Química Nova na Escola (QNEsc), Annals of the Chemistry Teaching Division of the Brazilian Congress of Chemistry (CBQ) and The Annals of the National Conference of Chemistry Teaching (ENEQ). The e-waste is a theme addressed in several publications for the teaching of electrochemistry in which is frequently figured as one of the most difficult subjects to be approached and these highlight the type of contamination caused in the environment by this material besides its proper disposal.

KEYWORDS: Electrochemistry; Chemistry tea-

ching; E-waste.

1 | INTRODUÇÃO

No atual cenário não se pode esconder como a humanidade está dependente dos aparelhos eletrônicos, agravada pela pandemia da COVID-19 que transformou, abruptamente, a vida e o trabalho de inúmeras pessoas. Debates devem ser levantados nas escolas sobre a constituição desse tipo de material somados com a teoria da obsolescência programada, consumismo exagerado, descarte incorreto e políticas públicas de gerenciamento de resíduos para formar cidadãos críticos e atuantes.

O aumento da população acarretou o aumento no consumo de novas tecnologias. A produção em grande escala acarreta abundância de resíduos sólidos cuja disposições inadequadas podem gerar impactos ambientais como: a degradação do solo, a contaminação dos mananciais d'água e a poluição do ar (MACEDO, 2009).

Para Chassot (2014), o currículo deve estar voltado para a vida política, questionadora de uma ética de responsabilidade e uma educação de dimensões ecológicas. O lixo eletrônico possui componentes tóxicos e desencadeiam problemas ambientais, pois o descarte geralmente não é realizado de forma adequada (LAVEZ; SOUZA; LEITE, 2011).

Dessa forma este trabalho tem o objetivo de analisar publicações de periódicos e anais de eventos nacionais na área de ensino de Química que exploram o lixo eletrônico na educação básica. Foram diagnosticados, investigados e discutidos trabalhos evidenciando-o como tema gerador na sala de aula.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa que buscou avaliar e analisar como o lixo eletrônico é abordado nas aulas de Química. Utilizou-se a metodologia de pesquisa de natureza qualitativa fundamentada em Bardin na categorização de análise de conteúdo. A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos (BARDIN, 2016).

A primeira fase de organização consistiu na escolha dos bancos de conteúdos que contemplasse o objetivo proposto pelo trabalho, assim o material previamente elaborado, compreendeu artigos científicos e periódicos da revista Química Nova na Escola (QNEsc), anais da divisão de ensino de Química do Congresso Brasileiro de Química (CBQ) e anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Limitou-se ao período de 10 anos (2011 a 2020). O ano de 2011 foi o ponto de partida pelo fato da Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU) anunciar como o Ano Internacional da Química (BOLZANI, 2011).

Na terceira fase, a categorização, foi realizada a leitura aprofundada em busca das unidades de análise, surge assim, as categorias da análise em uma abordagem

subjetiva. Agrupou-se em categorias conforme os tipos de contextos identificados segundo a pertinência e objetividade. De acordo com Bardin (2016), as categorias são construídas ao longo do processo da análise e será apresentada apenas uma que corresponde a eletroquímica, pilhas e baterias.

Na última fase realizou-se a interpretação e inferência das informações coletadas de forma crítica e reflexiva, destacando as informações para obtenção dos resultados finais. Objetivou-se a compreensão da unidade de contexto dos fenômenos investigados por meio da abordagem indutiva, gerativa, construtiva e subjetiva (MORAES, 1999).

3 | RESULTADOS

A tabela abaixo relaciona os locais pesquisados com a quantidade de publicações e seus respectivos os anos com o tema lixo eletrônico.

Local	N.º publicações	Ano
CBQ	13	2012, 2013, 2014, 2016, 2017 e 2018
ENEQ	11	2014, 2016 e 2018
QNEsc	1	2014

Tabela 1: Publicações encontradas.

Fonte: autoria própria.

Seis trabalhos evidenciaram a utilização do assunto como tema gerador no ensino de Química para abordar conceitos de eletroquímica, pilhas e baterias sendo que a maioria com o recurso da experimentação. Onze trabalhos evidenciam na abordagem de pilhas e baterias, às vezes dando destaque a um ou outro, retratado em sala de aula por discentes de Química que observaram a pouca enfatização em relação ao assunto. Visto que tal problematização além de sensibilizar os alunos facilita o entendimento do conteúdo em pauta.

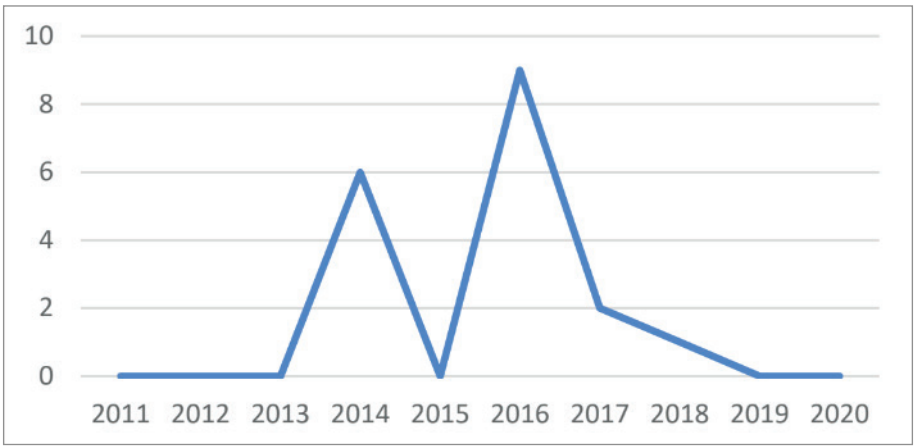


Gráfico 1: Quantidade de publicação de eletroquímica com lixo eletrônico como tema gerador por ano.

Fonte: autoria própria.

Segundo Chassot (2001), o ensino de química deve ser trabalhado de forma dinâmica e contextualizada, sendo de vital importância para a motivação e compreensão de tópicos que exigem uma maior concentração por parte dos alunos. Maldaner (2000) relata que o ensino que faz parte do dia-a-dia do aluno, precisa ser abordado de forma contextualizada, permitindo ao estudante desenvolver capacidades como, interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões.

Um dos trabalhos relatou que a eletroquímica é o conteúdo que mais apresenta dificuldades durante o ensino médio tanto para alunos quanto para professores. A repulsão apresentada se dá pela falha no entendimento dos conceitos e definições nos processos das reações de oxirredução (também chamadas de reações redox) causando objeções nas práticas pedagógicas dos docentes (NOGUEIRA; GOES; FERNANDEZ, 2017).

CONCLUSÃO

O tema é abordado para facilitar o entendimento trazendo a experimentação como um recurso metodológico, assim, proporcionam embasamento para outros professores aplicarem em suas aulas distanciando-se da metodologia tradicional e educação bancária difundidas durante décadas no ensino.

Constatou-se pouca existência de materiais nos locais de pesquisa e ressalta que em alguns anos não foram encontrados trabalhos que tratam desse assunto. Assim, observa-se a importância de mais pesquisas, intervenções pedagógicas e publicações em três grandes acervos nacionais na área de ensino de Química.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo ed. 70, 2016.

BOLZANI, Vanderlan. **Ano Internacional da Química**. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=L4yYnvqPxpg. Acesso em 08 de maio de 2021.

CONAMA. **Resolução nº 257. Jun.1999.** Disponível em http://www.lei.adv.br/257-99.htm. Acessado em 05 ago. 2021.

CHASSOT, A. **Alfabetização Cientifica: questões e desafios para a educação**. 2ª Edição. Ijuí: Editora Unijuí, 2001

CHASSOT, A. **Para Que(m) é Útil o Ensino?** Ijuí: Editora Unijuí. 3ª Ed., 2014.

LAVEZ, Natalie; SOUZA, Vivian; LEITE, Paulo. O papel da log**í**stica reversa no reaproveitamento do "livudo no setor de computadores. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. 2011.

MACÊDO, J. C. **Lixo tecnológico, contexto e soluções.** Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Matemática, Departamento de Ciência da Computação. Monografia. Salvador, 2009.

MALDANER, O.A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professor/pesquisador**. Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo**. Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NOGUEIRA, K. S. C; GOES, L. F. D; FERNANDEZ, C. O estado da arte sobre o ensino de reações redox nos principais eventos na área de educação no Brasil**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 410 - 434, 2017.

CAPÍTULO 7

O ENSINO DE QUÍMICA E A EXTENSÃO: OFICINAS DE PRODUTOS DE LIMPEZA ARTESANAIS NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ-AMAZÔNIA ORIENTAL

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 18/03/2022

Maria Aparecida Oliveira de Lima Sousa
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
MARABÁ-PARÁ
https://orcid.org/0000-0001-6688-1814

Marconiel Neto da Silva
Instituto Federal Do Sul e Sudeste do Pará
MARABÁ-PARÁ
http://lattes.cnpq.br/3209304321422030

Claudio Emidio-Silva
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
MARABÁ-PARÁ
https://orcid.org/0000-0001-8769-5383

RESUMO: O descarte inadequado dos resíduos sólidos, podem acarretar deterioração ambiental. Este projeto de extensão no ensino de química, apresenta algumas causas de danos ambientais devido a deposição inadequados de produtos industriais. Como metodologia do projeto foram realizadas, em uma comunidade da periferia da cidade de Marabá, oficinas utilizando-se óleos de cozinha reutilizados para fazer produtos de limpeza artesanais: sabão ecológico, detergente ecológico, amaciante industrial e ecológico, água sanitária e alvejante industrial, desinfetante e sabonete. Como resultados foram percebidos benefícios sociais, ambientais e financeiros, na comunidade. Podemos afirmar que as oficinas podem ser utilizadas como ferramentas capazes de transformar a sociedade, através da educação e da extensão.
PALAVRAS-CHAVE: Ciências-Química; Oficinas; Saponificação.

CHEMISTRY TEACHING AND EXTENSION: HANDMADE CLEANING PRODUCTS WORKSHOPS IN THE MUNICIPALITY OF MARABÁ-PARÁ-EASTERN AMAZONIA

ABSTRACT: The improper disposal of solid waste can lead to environmental deterioration. This extension project in the teaching of chemistry, presents some causes of environmental damage due to improper disposal of industrial products. As a project methodology, workshops were held in a community on the outskirts of the city of Marabá, using reused cooking oils to make homemade cleaning products: ecological soap, ecological detergent, industrial and ecological softener, bleach and industrial bleach, disinfectant, and soap. As a result, social, environmental, and financial benefits were perceived in the community. We can affirm that the workshops can be used as tools capable of transforming society, through education and extension.
KEYWORDS: Science-Chemistry; Workshops; Saponification.

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas ambientais da atualidade está centrado nos gigantescos volumes de produção e consumo causados pela humanidade e a (in)certeza sobre a capacidade

que a Terra tem de suportar tantos produtos potencialmente poluentes. Esse desafio mundial requer uma abordagem multidisciplinar que envolva a qualidade de vida atual e a possibilidade da manutenção de um ambiente equilibrado e saudável para as gerações futuras (VOGEL, 2006).

O descarte inadequado de produtos de limpeza geram resíduos que podem causar danos ambientais no local onde é depositado e em suas proximidades. Essa ação desrespeita um dos direitos básicos do ser humano que é o acesso ao meio ambiente de boa qualidade e estável, sendo de responsabilidade tanto do Estado quanto da sociedade como um todo defendê-lo e preservá-lo para as futuras gerações. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, de nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, apresenta como responsabilidade do poder público, estimular empresas privadas e indivíduos a ações e práticas sustentáveis e incentivo à indústria de reciclagem, para a redução dos resíduos sólidos (BRASIL, 2012).

Apesar dessa orientação muitas cidades brasileiras não realizam tratamento adequado dos efluentes gerados, e sem redes de esgoto, estes são despejados em rios, lagos, mares e córregos. Dessa forma, podem causar grandes problemas à saúde pública local, por meio de águas contaminadas, gerando diversas doenças aos seres humanos e degradação do ecossistema (BRASIL, 2016).

Alguns dos principais poluentes das águas, são substâncias encontradas nos produtos de limpeza e higiene, provenientes de: sabão em barra, amaciantes, desinfetantes, água sanitária, detergentes e sabonetes. A poluição que pode ser gerada desses produtos é dada não somente por causa de seus componentes, mas também pelas reações químicas derivadas da mistura de diversos produtos.

Assim uma saída alternativa para uma “limpeza sustentável” é a possível troca de produtos de origem sintética por produtos biodegradáveis ou ecológicos, utilizando agentes responsáveis pela decomposição destes com maior facilidade no meio ambiente. Além disso é preciso reduzir o consumo e o descarte de resíduos industriais. Esses produto denominados também de “produtos verdes” são dotados de tecnologias, processos e matérias-primas que provocam menos malefícios ao ambiente. Desse modo, o “Consumo Verde” se dá a partir da preocupação ambiental. Além disso, o preço de aquisição, muitas vezes, podem ser reduzido e sua principal característica é que são menos prejudiciais ao meio ambiente (BRAGA JUNIOR & SILVA, 2013). O uso de produtos ecológicos ou biodegradáveis ajudam no desenvolvimento sustentável, de modo a satisfazer tanto as necessidades de seus consumidores, quanto contribuirem para um menor impacto ambiental.

Na atualidade é possível encontrar, por meio da internet, inúmeras receitas de produtos de limpeza e fabricação caseira que são apresentados como ecológicos, possibilitando dessa forma a redução de custos e impactos causados ao meio ambiente. Não só, algumas delas buscam em suas formulações a reciclagem de resíduos, como óleo reutilizado de frituras para a produção de sabões e detergentes, mas também, muitas receitas utilizam produtos químicos que não são danosos ao meio ambiebte.

A característica principal dos produtos ecológicos está na biodegradabilidade, parâmetroque é utilizado para avaliar os impactos ambientais causados por produtos como sabões e detergentes. A biodegradação ocorre por meio do aproveitamento de substâncias que os microrganismos captam como fonte de carbono e fornecimento de elétrons, pela quebra de ligações químicas (PEDROTI, 2007). Ao se decompor o material perde suas particularidades nocivas ao meio ambiente (CHIMELLO; BRUZA; RAMOS, 2012).

Aplicar os conhecimentos de Química junto as comunidades que mais necessitam tanto de produtos quanto de uma aquisição mais acessível é possível através de projetos de ensino e de extensão, em escolas e em outros espaços educativos. Esses projetos podem ressignificar o papel social da Química nos contextos formais e não formais dessas comunidades. Diante disso, o projeto aqui apresentado teve como principal objetivo trazer os conhecimentos químicos aos participantes das oficinas executadas como uma forma sustentável de destinar o óleo de cozinha reautilizado para a produção do sabão e outros produtos de limpeza artesanais. Além disso, no processo, promoveu-se a conscientização sobre a reutilização de garrafas PET (Polietilenotereftalato) e Plásticos PP (polipropileno) como potes de manteiga, potes de iogurte, entre outros.

MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem metodológica utilizada para o desenvolvimento desse projeto de extensão, foi através de um estudo exploratório, com abordagem qualitativa, mediante revisão bibliográfica, que segundo Gil, “é desenvolvida a partir de materiais já elaborados, formados por livros e artigoscientíficos” (GIL, 2008, p.144). Na pesquisa qualitativa buscou analisar a complexidade dos problemas por meio da interação de algumas variáveis como, comportamento e atitude dos indivíduos, que estavam envolvidos no projeto de ensino e extensão aqui relatados (OLIVEIRA, 2002). Durante a execução das atividades teóricas e práticas os sujeitos da pesquisa iam respondendo questões sobre as temáticas tratadas, bem como expondo suas percepções acerca do projeto, para o grupo.

A metodologia também segue a pesquisa-ação, conforme estabelecido por Sampieri, Collado & Lucio (2013; p.514), onde nesse tipo de pesquisa os autores destacam o seu foco em ajudar a resolver os problemas do cotidiano e de forma imediata.

Para o desenvolvimento do projeto foi necessário construir um material didático que fosse de fácil compreensão pelos participantes das oficinas. Dessa forma, foi produzida uma cartilha sobre a confecção artesanal de produtos de limpeza (com todas as “receitas” e procedimentos), sobre o tema da reutilização de óleo e utilização de produtos de baixo custo. Para a produção da cartilha, foi feito uma pesquisa na internet e em outros materiais como apostilas que faziam a citação de receitas de produtos de limpeza artesanais.

A escolha da localidade tinha como critério alcançar pessoas de baixa renda e da periferia da cidade de Marabá, que tivesse pouco acesso a atividades como as aqui

relatadas. Tendo como público-alvo toda a comunidade interessada, incluindo jovens, adultos e senhoras. A forma de seleção pública foi realizada no Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) do bairro Morada Nova. As comunidades beneficiadas foram: CRAS III do Bairro Morada Nova e Bom Planalto (Núcleo Cidade Nova), ambos da cidade de Marabá, Pará, Amazônia Oriental.

Para avaliação da ação (oficinas) foram aplicados 4 questionários que traziam os critérios Regular, Bom e Ótimo. Além disso, os participantes atribuíam notas de zero a dez, avaliando a qualidade dos produtos confeccionados. Também, havia a percepção deles quanto ao desenrolar das oficinas e dos produtos produzidos, que era registrado ao final do dia em um caderno de campo, pela orientadora das oficinas.

A fase da experimentação é uma atividade que precisa ser bastante planejada, de modo a ser explorada pelos participantes das oficinas. Esses experimentos foram realizados com materiais de baixo custo e de fácil acesso. Nas oficinas procurou-se desenvolver a proposta tanto de forma teoria como de forma prática, visto que a Química embora tenha em sua essência muita experimentação, também tem um pensamento crítico, profundamente analítico da realidade vivida.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O progresso e crescimento do velho modelo industrial é caracterizado pela exploração excessiva dos recursos naturais, levando consigo ao aproveitamento abusivo e gerando poluição e degradação ambiental de recursos não renováveis. Com isso, existe uma constante ameaça à saúde humana e à qualidade de vida causado pelos grandes problemas ambientais provenientes desses modelos (BRAGA, 2012, p.169).

Esse círculo vicioso teve início no século XVIII e XIX com a Revolução Industrial. Nesse período houve um aumento na escala de produção, exercendo imenso impacto na sociedade gerado através da cultura de consumo. O sistema de fabricação iniciou uma produção excessiva a um custo baixo, (HOBSBAWM, 1964 apud CARDOSO, 2004), possibilitando o maior acesso das pessoas aos bens de consumo e gerando assim, muito mais subprodutos. Esse processo deformado e vicioso tem como única finalidade gerar consumo máximo e lucro máximo para seus empreendedores (ARGAN, 2005, p.262).

A sociedade é estimulada a adquirir e consequentemente descartar muitos subprodutos de limpeza e higiene, ocasionando em enormes quantidades de lixo, através do desperdício e descarte de bens duráveis e transientes. Carvalho (2008) menciona que o estilo de vida contemporâneo vem sendo cada vez mais agressiva ao meio ambiente. Para tentar minimizar esses problemas e desenvolver possibilidades de melhor compreensão do uso de produtos industriais é que foram realizadas as oficinas aqui relatadas.

As oficinas foram realizadas em períodos e locais diferentes. A primeira oficina foi ministrada na sede do CRAS III (no Núcleo Morada Nova) que teve início em 11/05/2021

e foi finalizando no dia 17/05/2021. A segunda oficina ocorreu no COLÉGIO DELTA, bairro Bom Planalto (Núcleo Cidade Nova) no período de 19/05/2021, e foi finalizada no dia 26/05/2021.

As oficinas foram executadas de forma teórica e prática. No início de cada dia de oficina era explanado a parte teórica, do qual abordou-se o tema *poluição ambiental*, de uma maneira geral, e o seu impacto sobre o meio ambiente e a sociedade. Em seguida, o assunto era detalhado, buscando-se focar, exclusivamente, a poluição das águas causada pelo descarte incorreto de óleo de cozinha e de outros produtos de limpeza usados no cotidiano. Na parte prática focou-se nos cuidados que os participantes deveriam ter ao manusear os produtos que seriam trabalhados em cada receita e estes eram convidados a colocar máscaras e luvas (Equipamentos de Proteção Individual), devido a manipulação dos produtos de limpeza. Por fim, ainda foi acrescentada às oficinas, a aplicação de um questionário cujo objetivo foi medir a sua qualidade e o grau de aproveitamento, de acordo com as percepções dos participantes. As oficinas ocorreram em etapas.

1ª Etapa: Ocorreu a apresentação teórica e logo após efetuou-se a produção do sabão artesanal utilizando-se óleo de cozinha reutilizado, com hidróxido de sódio (NaOH) para a formação da saponificação. Nesta etapa também houve a palestra sobre normas básicas de segurança.

2ª Etapa: Nesta etapa houve a produção do amaciante ecológico e amaciante industrial artesanal. Os materiais para a produção do amaciante ecológico foram: 10 colheres de base de sabonete, 3 sabonetes ralados, 10 colheres de leite de rosa e 5 litros de água. Já para o amaciante industrial utilizou-se 1 kg de base para amaciante; 30 ml de essência, 30 ml de conservante, 40 gotas de corantes e 30 litros de água. Para o amaciante ecológico utilizou-se os recursos materiais adquiridos pelos autores do projeto. Os amaciantes, tanto ecológicos como industrial artesanal precisaram ficar em repouso, por pelo menos quatro horas, para serem utilizados. Após esse período pôde-se considerar que os amaciantes alcançaram as expectativas esperadas.

3ª Etapa: Nesta etapa houve a produção do detergente ecológico e água sanitária industrial. Os materiais utilizados para o detergente foram: amoníaco, 3 limões, sabão de coco e 6 litros de água. Para a água sanitária industrial utilizou-se 6 kg de hipoclorito de sódio, 500 g de barrilha e 25 litros de água. Os participantes das oficinas manusearam o hidróxido de sódio (NaOH) com cuidado, devido ele ser corrosivo. Em seguida adicionaram o hidróxido de sódio na água (preparando uma solução alcalina), sob agitação até completar a dissolução. O aproveitamento do óleo de cozinha, é uma forma de sensibilizar os participantes quanto a nocividade que este pode ocasionar ao meio ambiente quando descartado de maneira inadequada. Depois realizaram a filtração do óleo de cozinha reutilizado com coador em um balde limpo de plástico. Posteriormente adicionaram o hidróxido de sódio ao óleo filtrado e álcool, mexendo por cerca de 20 minutos. Após concluírem a reação de saponificação, colocaram o sabão em uma bacia plástica quadrada, deixaram

em repouso por cerca de 2 dias, cortaram e esperaram curar, fazendo as suas observações.

4ª Etapa: Na quarta etapa ocorreu a produção do sabonete artesanal, desinfetante e alvejante. Para a produção desses materiais foram utilizados materiais industriais, tais como: 5 bases para sabonete, essência, corante, 250g de essência para desinfetante, 5g de brancol, 200g de amina óxida, água oxigenada 30% e água. Para os produtos produzidos, Sabonete Artesanal e Desinfetante, ambas as comunidades atribuíram notas de 8 a 10 (em uma escala de 0 a 10), demonstrando uma boa aceitação dos produtos produzidos nas oficinas.

5ª Etapa: Durante a realização das oficinas, e ao final foram aplicados questionários, com intuito de avaliar a atividade nos quesitos teóricos e práticos. Os participantes responderam livremente sem a interferência dos autores. De acordo com os dados obtidos nos formulários aplicados, obteve-se uma boa aceitação dos produtos produzidos pelos participantes, que atribuíram nota de zero a dez para correlacionar ao grau de satisfação, sendo o zero como não satisfatório e dez como totalmente satisfatório. Ambas as comunidades atribuíram notas de 8 a 10, inferindo-se uma boa aceitação dos produtos produzidos, de uma forma geral e das oficinas como um todo.

Segundo os dados obtidos e as observações durante as oficinas foi possível notar uma aceitação satisfatória por parte dos participantes tanto da parte prática quanto da parte teórica e com relação aos materiais didáticos (cartilha) produzidos.

Os materiais e utensílios utilizados na parte prática, tais como baldes, recipientes plásticos, colheres-de-pau, soda, dentre outros, obtiveram uma boa aceitação por parte dos participantes, que variou de “bom” a “excelente”. Vale ressaltar que os materiais utilizados foram materiais recicláveis que os próprios participantes trouxeram. As modalidades teórica e prática também foram classificadas, sendo a teórica avaliada com “excelente” pela maioria dos participantes. A modalidade prática também foi avaliada com “excelente” e “ bom” pela maioria das comunidades. A boa aceitação das oficinas de produtos de limpeza nos deixou muito otimistas, uma vez que foi alcançado um dos principais objetivos, que é fomentar nos participantes o senso crítico e uma possível fonte de geração de renda.

As imagens a seguir apresentam algumas das etapas executadas:

Imagem 1: Palestra onde foi desenvolvida a parte teórica da oficina.

Imagem 2: Produção de sabão (parte prática das oficinas).

Imagem 3: Produção do amaciante ecológico e industrial (parte prática das oficinas).

Imagem 4: Produção do detergente ecológico (parte prática das oficinas).

Imagem 5: Produção de água sanitária e alvejante (parte prática das oficinas).

Imagem 6: Produção de sabonete (parte prática das oficinas).

Imagem 7: Produção de desinfetante (parte prática das oficinas).

Imagem 8: Conclusão das oficinas com a entrega dos certificandos para as participantes.

CONCLUSÃO

O Projeto de Extensão aqui descrito foi realizado para fins de preservação ambiental na área da Química Verde, utilizando-se conhecimentos básicos da Química e de fácil aplicação junto as comunidades escolhidas.

O desenvolvimento das oficinas possibilitou tanto repassar conhecimentos importantes de química utilizados no dia a dia da comunidade, como melhorou sua conscientização sobre a importância da elaboração de produtos de limpeza, com vistas e tirar do ambiente produtos que poderiam ser danosos. Os materiais utilizados de forma sustentável no presente trabalho podem ajudar a promover a conscientização e senso crítico quanto a reutilização de materiais que são considerados resíduos.

Na parte prática das oficinas, evidenciou-se interesse dos participantes, uma vez que estes confirmaram que há facilidade de preparar os produtos de limpeza artesanais, visto que estes são de fácil preparação e manipulação, além de serem bem instruídos durante as oficinas.

Tanto a parte teórica como a prática trouxeram bons resultados, conforme demonstrados pelo grau de satisfação dos participantes. Dessa forma, podemos inferir que a utilização da educação ambiental e projetos de extensão no ensino de química podem funcionar como ferramentas para garantir o direito de as comunidades mais pobres terem um meio ambiente estável em termos ecológicos melhorando ao mesmo tempo sua conscientização ambiental e ainda com possibilidades de se beneficiarem financeiramente com a produção dos produtos aqui descritos.

Verifica-se, portanto, que os resultados dessa pesquisa e a confecção da cartilha, tendo a educação ambiental como instrumento transformador, auxiliou as duas comunidades beneficiadas, incentivando a adoção de atitudes sustentáveis por parte dos participantes, como a reutilização do óleo culinário, produção artesanal dos produtos de limpeza e reuso dos materiais recicláveis (PET e PP).

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao Fellipe Wendel Costa Sousa pelo apoio, aos nossos professores e amigos Instituto Federal Pará - IFPA e ao Grupo de Estudos e Pesquisas para o Ensino-Aprendizagem de Ciências, Biologia, Química e Física na Amazônia – GEPECAM, da Faculdade de Química, do Instituto de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

REFERÊNCIAS

ARGAN, G. C. **A história da arte como história da cidade.** 2° ed. São Paulo. Martins Fontes. 2005.
(Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004 - Resíduos Sólidos-Classificação).

Braga, J. C. Sociedade, indústria e design: percepções, atitudes e caminhos rumo auma sociedade sustentável. Maringá. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**. V. 34, n. 2. 2012. p. 169-178.

BRAGA JUNIOR, S. S.; SILVA, D. A relação da preocupação ambiental com compradeclarada para produtos verdes no varejo: uma comparação da percepção do indivíduocom sua percepção de sociedade. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento.** 3(2). 2013. p. 161-176.

BRASIL. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. 2ª ed. Brasília. Câmara dos Deputados. Série Legislação. 2012. 73p.

BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de**Água **e Esgoto - 2014.** Brasília: SNIS. 2016.

CARDOSO, R. **Uma introdução à história do designer**. São Paulo. Edgard Blucher. 2004.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental:** a formação do sujeito ecológico. São Paulo. Cortez. 2008.

CHIMELLO, C. M.; BRUZA, F. B; RAMOS, M. J. Estudo sobre a escolha do tipo de detergente utilizado pelos consumidores de Itatiba. Campinas. **Revista Ciências do Ambiente On-Line.** V. 8, n. 1. 2012. p. 60-61.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo. Atlas. 2008.

OLIVEIRA, D. de P. R. **Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia, Práticas.** 17ª ed. São Paulo. Atlas. 2002.

PEDROTI, G. I. **Ensaios de biodegradabilidade aeróbica de hidrocarbonetos derivados do petróleo em solos.** Vitória. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia Ambiental. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Universidade Federal do Espírito Santo. 2007. 120 p.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. del P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. Porto Alegre. Penso. 2013. 624p.

VOGEL, D. **The market for virtur:** the potential and limitsof corporate social responsibility. Washington. Brookings Institution Press. 2006.

CAPÍTULO 8

A FITOTERAPIA POPULAR DO MURURÉ *(Brosimum acutifolium)* SOB O OLHAR DO ETNOCONHECIMENTO E DA CIÊNCIA QUÍMICA: ABORDAGEM TEMÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/05/2022

Karine Figueira Alfaia;
Acadêmica do Curso de Licenciatura em Química do Centro de Estudos Superiores de Parintins, na Universidade do Estado do Amazonas – CESP/UEA.
http://lattes.cnpq.br/5221984626611320

Pedro Campelo de Assis Júnior;
Profº Msc. do Curso de Licenciatura em Química do Centro de Estudos Superiores de Parintins, na Universidade do Estado do Amazonas – CESP/UEA.
http://lattes.cnpq.br/5114276083368703

Célia Maria Serrão Eleutério
Profª Dr. do Curso de Licenciatura em Química do Centro de Estudos Superiores de Parintins, na Universidade do Estado do Amazonas – CESP/UEA.
http://lattes.cnpq.br/7844024998662410

RESUMO: Este estudo que versa sobre a fitoterapia popular do mururé (*Brosimum acutifolium*) sob o olhar do Etnoconhecimento e da Ciência Química na formação inicial de professores na Amazônia. Trabalhos publicados em periódicos, revistas e meios digitais, sustentaram o tema e o estudo teórico, evidenciaram as propriedades fitoterápicas do mururé e composição química. A atividade de campo realizada na Comunidade Trapiá, região do Rio Mamuru, possibilitou conhecer a espécie vegetal, coletar sua seiva e entrevistar pessoas que utilizam o mururé como medicamento alternativo para cura de alguma enfermidade. A relação entre os conteúdos disciplinares, a fitoterapia que envolveu dois tipos de flavonóides e a prática das garrafadas se configurou neste estudo a estratégia de diálogo e de aprendizagem.
PALAVRAS-CHAVE: Fitoterapia; Mururé; Educação Química.

THE POPULAR PHYTOTHERAPY OF MURURÉ *(BROSIMUM ACUTIFOLIUM)* UNDER THE LOOK OF ETHNOKNOWLEDGE AND CHEMICAL SCIENCE: THEMATIC APPROACH IN THE INITIAL FORMATION OF TEACHERS IN THE AMAZON

ABSTRACT: This study deals with the popular phytotherapy of mururé *(Brosimum acutifolium)* under the gaze of Ethnoknowledge and Chemical Science in the initial formation of teachers in the Amazon. Studies published in journals, journals and digital media, supported the theme and theoretical study, evidenced the phytotherapeutic properties of mururé and chemical composition. The field activity carried out in the Trapiá Community, region of the Mamuru River, made it possible to know the plant species, collect its sap and interview people who use mururé as an alternative medicine to cure some disease. The relationship between disciplinary contents, phytotherapy involving two types of flavonoids and the practice of bottled bottles was configured in this study the strategy of dialogue and learning.
KEYWORDS: Phytotherapy; Mururé; Chemical Education.

INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem a intenção de destacar a fitoterapia popular do mururé (*Brosimum acutifolium*) sob o olhar do Etnoconhecimento e da Ciência Química, temática abordada no curso de formação inicial de professores na Amazônia. A proposta desenhada para este estudo evidencia a prática tradicional de extração da seiva de mururé e sua relação com o ensino de Química.

Os estudos desenvolvidos por Miranda (2007), Franca e Silveira (2015), corroboram que o Etnoconhecimento se mostra um potencial recurso de informação e de divulgação dos saberes tradicionais produzidos nos aldeados indígenas, nas comunidades ribeirinhas, pelos caboclos, quilombolas, afrodescendentes e comunidades locais de etnias específicas. Esses saberes são transmitidos de geração em geração, geralmente na forma oral e/ou através das práticas vivenciadas distante do sistema social formal.

Para Mata et al. (2014), o Etnoconhecimento é uma forma de se pensar numa nova escola, com o olhar voltado para uma formação sustentável e multicultural. Este tipo de educação no entendimento de Rodrigues e Passador (2010), Miranda, Oliveira e Paranhos (2011), valoriza, promove a diversidade cultural e, sobretudo, contribui para a construção de novos saberes fundamentados na experiência e nas práticas tradicionais dessas populações. Os trabalhos desenvolvidos por Eleutério (2015); Souza et al. (2015); Assis Júnior et al. (2016); Freitas et al. (2017); Belém et al. (2017); Santos et al. (2017); Sousa et al. (2018), demonstram que quando a universidade e a escola optam pela valorização do Etnoconhecimento e outros tipos de saberes que envolvem a tradição e a cultura de diferentes contextos sociais, passam a protagonizar um novo ensino e uma formação docente com novos significados. É importante ressaltar que no atual contexto, essa dinâmica não é tarefa fácil para os professores da educação básica e professores formadores, a maioria destes são frutos de uma formação pedagógica precária. Para Gatti e Barretto (2009), a formação de professores ainda não apresenta condições satisfatórias visto que, os currículos não priorizam questões ligadas a experiência da prática profissional, seus fundamentos metodológicos e formas de trabalhar em sala de aula, não demonstram uma relação efetiva de entre teoria, prática e cotidiano na formação docente.

As pesquisas desenvolvidas durante o processo de formação inicial de professores de Química da Universidade do Estado do Amazonas, têm possibilitado olhar com outras lentes para o Etnoconhecimento, linha de pesquisa adotada no Curso de Licenciatura em Química ofertado no Centro de Estudos Superiores de Parintins – CESP. O olhar diferenciado para os saberes tradicionais permite abordar na academia, temáticas que fazem referência direta às nuances regionais específicas do contexto cultural e social amazônico. Este tipo de conhecimento na concepção de Miranda (2007) tem seu valor comprovado pela sua eficiência e utilidade prática cotidiana [...]. Para Franca e Silveira (2015), os saberes populares, os conhecimentos tradicionais, os saberes locais e outros que ainda são vistos

como “desqualificados”, se mostram fundamentais para a representação de diferentes tipos de conhecimento, passando a circular concomitantemente com o conhecimento científico [...]. Os PCN+ do Ensino Médio (2002) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (2001), mostram que o conhecimento químico não pode ser visto como um saber isolado, precisa ser entendido como instrumento de formação que contribui com o exercício da cidadania, que ajuda a interpretar o mundo e intervir na realidade social. Se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprias, como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e social, poderemos pensar numa sociedade mais justa e igualitária.

Os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio – PCNEM (2002) propõem que os conteúdos sejam organizados de acordo com a vivência individual dos alunos, considerando seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradições culturais, relação com os fatos e fenômenos do cotidiano e informações veiculadas pela mídia. Esses documentos enfatizam mais uma vez, que a simples transmissão de informações não é suficiente para que os alunos elaborem suas ideias de forma significativa. É imprescindível que as atividades pedagógicas contribuam para que o ensino de Química promova no aluno, competências de caráter cultural e social, conferindo ao conhecimento científico dimensões mais humanas. Partindo dessa perspectiva, optamos em trazer para o contexto da formação inicial de professores de Química, a fitoterapia popular do mururé *(Brosimum acutifolium*) sob o olhar do Etnoconhecimento e da Ciência Química. O Etnoconhecimento orientou o estudo teórico dos flavonoides presentes na espécie investigada com a finalidade de traçar um diálogo entre o conhecimento científico/acadêmico e o conhecimento tradicional.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo versa sobre a fitoterapia popular do mururé (*Brosimum acutifolium*) sob o olhar do Etnoconhecimento e da Ciência Química como proposta de abordagem no curso de formação inicial de professores de Química na Amazônia. A corrente filosófica que subsidiou o estudo qualitativo, envolveu a fitoterapia popular do mururé foi a dialética, que estimula o desenvolvimento de uma prática pedagógica significativa, possibilita a conexão entre os conteúdos disciplinares e os saberes advindos dos contextos e experiências dos alunos. O professor nesta corrente é um catalisador de saberes, opiniões e de temas que se entrelaçam e, que muitas vezes passam despercebidos nos contextos de formação escolar e acadêmica. Como este estudo é de caráter qualitativo, elegemos a etnografia para conduzir o processo investigativo por permitir uma análise holística e dialética da cultura, porque a cultura não pode ser enxergada como um simples reflexo de forças estruturais da sociedade, mas como um sistema de significados mediadores entre as estruturas sociais, as ações educativas e interações humanas (MATTOS, 2011).

A abordagem Temática conduziu o processo de investigação e fortaleceu a discussão

sobre a fitoterapia popular. Nesta linha de pesquisa, os temas são pontos de partida para uma nova abordagem conceitual, são elementos estruturadores do ensino disciplinar, o seu aprendizado não mais se restringe, de fato, ao que tradicionalmente se atribui como responsabilidade de uma única disciplina. Incorpora metas educacionais comuns e a relação entre os conteúdos disciplinares e as temáticas implicam em modificações de procedimentos e métodos, oferecendo cada vez mais novas possibilidades de aprendizagem num paradigma inovador (PPPC-UEA, 2019).

A abordagem Educação e Etnoconhecimento amparou os relatos de pessoas que usaram o mururé (*Brosimum acutifolium*) para combater algum tipo de doença e a Formação de Professores estimulou o debate e a reflexão a respeito dos currículos dos cursos de formação inicial de professores de Química na Amazônia. O estudo foi realizado em três etapas: a primeira etapa consistiu em uma visita a comunidade Trapiá, região do Rio Mamuru para conhecer a espécie Brosimum acutifolium, coletar sua seiva conhecida como mercúrio vegetal e entrevistar pessoas que utilizam o mururé como medicamento alternativo para cura de alguma enfermidade. Na segunda etapa foi feito um levantamento de trabalhos científicos publicados em periódicos, revistas, sistema SciELO (Scientific Electronic Library Online) e outros meios digitais que evidenciassem as propriedades fitoterápicas do mururé e sua composição química. A terceira etapa consistiu no diálogo que envolveu compostos orgânicos denominado de flavonoides e os conteúdos disciplinares presentes na Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio (SEDUC-AM, 2012). Esta proposta de ensino será disponibilizada aos professores da educação básica e ensino superior para ser testada com os alunos após a pandemia.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As informações sobre os múltiplos saberes que envolvem a fitoterapia popular do mururé *(Brosimum acutifolium)* foram levantadas em artigos científicos, publicados em periódicos e no sistema SciELO (Scientific Electronic Library Online), em livros, revistas e outras literaturas. Como eleger uma corrente filosófica, uma linha de pesquisa que corrobore os métodos de procedimentos, que possibilite a reflexão e discussão sobre a temática proposta? Como fazer o diálogo entre os saberes pertencentes a universos amazônicos tão diferentes com os saberes veiculados na escola e na academia? Partindo dessas indagações, trouxemos as concepções de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), para apresentar a abordagem temática que se pauta na seleção de temas estimuladores de debates, afim de articular, fortalecer e subsidiar um novo olhar para o que se ensina na escola e na academia. Este fragmento é corroborado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (2013) quando sugerem que sejam integrados às disciplinas e áreas de conhecimento, temas ou eixos temáticos para orientar a prática docente e a aprendizagem dos alunos. Para a concretização desse estudo elegemos

como temática a fitoterapia popular do mururé (*Brosimum acutifolium*) que de acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2012), é uma tradição de uso doméstico e comunitário de plantas medicinais, transmitida oralmente em cada realidade local, de geração para geração. Essa sabedoria popular, evidencia a eficácia ou toxicidade das plantas medicinais e estimula o desenvolvimento de estudos científicos. O uso de espécies vegetais na cura de enfermidades já se fazia presente nas primeiras civilizações, mas, a história do uso das ervas no tratamento de diferentes doenças ficou conhecida a partir de relatos escritos (BRASIL, 2019).

A Portaria nº 971 institucionalizada e publicada no dia 03 de maio de 2006, aprovou a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde, considerando a fitoterapia como um tratamento caracterizado pelo uso de ervas e plantas medicinais em suas diferentes formas farmacêuticas, sem a utilização de substâncias ativas isoladas, ainda que de origem vegetal (BRASIL, 2006).

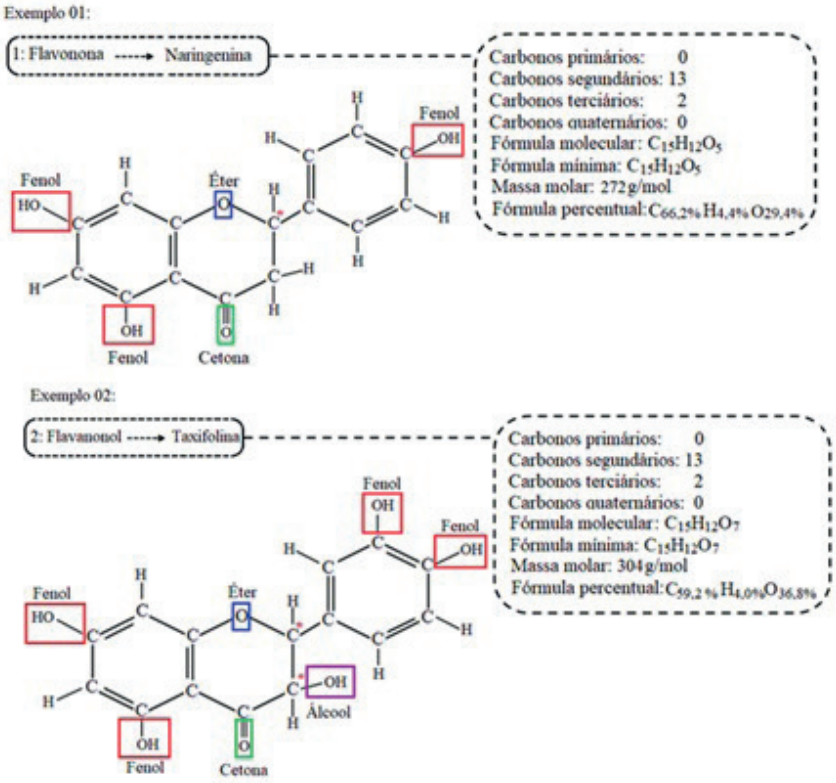
Durante a pesquisa de campo, cinco pessoas com idade entre 70 a 95 anos disseram que a seiva (látex) do mururé é extraída por incisão, utilizada para reumatismo, dor no corpo, nas juntas, nos músculos etc. Este remédio não pode ser consumido exageradamente, bastam três pingos no café pela manhã. Relataram que a seiva pode ser conservada por mais tempo se for adicionado um pouco de aguardente (vinho, álcool ou cachaça). Os entrevistados relataram que é de costume elaborar garrafadas (extratos) utilizando partes da planta mururé. Geralmente eles utilizam a casca misturadas com outros tipos de ervas medicinais, embebido em água ou a algum tipo de bebida alcoólica podendo ser um vinho, licor, cachaça etc. Outras pessoas informaram que para preparar as garrafadas com cascas de mururé é melhor usar o pó da casca e seguir algumas etapas de preparo como demonstrado abaixo (Figura 1):

Para Ferreira e Marques (2018), as garrafadas são combinações de plantas medicinais, podendo conter ainda produtos de origem animal ou mineral, e que têm como veículo aguardente ou vinho. São preparações típicas da medicina popular, utilizada no tratamento de diversas enfermidades. De acordo com Pastore Jr. e Araújo et al. (2005), tanto o extrato da casca quanto da seiva de mururé é empregado, tradicionalmente,

no tratamento de lesões de pele, como cortes e queimaduras. Ele deve ser aplicado externamente, em ambos os casos, diretamente sobre a área ferida. O extrato alcoólico pode ser utilizado com eficácia no tratamento de artrites reumatóides.

Como o objetivo maior deste estudo é promover um diálogo envolvendo a fitoterapia popular da espécie mururé (*Brosimum acutifolium*) sob o olhar do Etnoconhecimento e da Ciência Química num curso de formação inicial de professores de Química na Amazônia, buscamos informações em literaturas especializadas (Pastore Jr, Araújo et al. (2005); Fonseca et al. (2016); Moraes (2011); Moretti et al. (2006); Takashima e Ohsaki (2002); Takashima et al. (2005); Vieira et al. (2019)) sobre a composição química da espécie (alcalóides (murerina); benezóides; cumarinas (psoraleno, bergapteno e o- prenilbrosiparina); esteróis (sitosterol e estigmasterol); Fenilpropanóides; flavanas; flavonóides e lignanas). Esses autores destacaram que a planta tem efeito afrodisíaco, aumentando o desejo sexual das pessoas. Além disso, é usada contra dores musculares, doenças renais e reprodutivas masculinas e femininas, falta de circulação em membros inferiores, hanseníase, reumatismo (de origem sifilítica) e sífilis. É purificante, estimulante do sistema nervoso, diurético e laxante, usado contra reumatismo articular, úlceras e doenças de pele. O látex possui substância alucinógena utilizdas em rituais. A casca é anódina, anti-helmíntica, antiartrítica, antibacteriana, anticancerígena, antifúngica, antiinflamatória, afrodisíaca, purificador de sangue e tônica. A decocção também é usada para melhorar a memória, para purificar o sangue e para regular o sistema nervoso. A casca é usada em banhos para tratar febres. Dentre os compostos identificados na espécie *Brosimum acutifolium* (mururé), optamos pelos flavonóides para evidenciar os possíveis diálogos. Os flavonóides são compostos fenólicos sintetizados pelas plantas e compreendem seis classes principais de compostos: flavonóis, flavonas, antocianidinas, flavanonas e isoflavonas. Com exceção dos flavanóis, estes compostos são encontrados nos alimentos principalmente na forma glicosilada, isto é, ligados a moléculas de açúcar (HUBER, 2007).

Das seis classes de flavonóides elegemos a flavanona (naringenina) e a flavanonol (taxifolina) para classificar os carbonos quanto ao número de ligações, estimular o cálculo das fórmulas molecular, mínima, percentual e da massa molar como demonstrado nos exemplos 01 e 02 (Figura 2).



A flavanona (naringenina) (exemplo 01) (PELUSO, 2006) é um membro reconhecido dos bioflavonóides em frutas cítricas, como laranja, uva e frutas vermelhas, e a sua característica mais importante é capacidade antioxidante, que ajuda a reduzir a carga do estresse oxidativo, reduzindo a produção de radicais (REHMAN, 2020). A naringenina é um composto orgânico ternário formado por carbono, hidrogênio e oxigênio e a taxifolina (exemplo 02) (PELUSO, 2016) é um flavanonol conhecido como dihidroquercetina. De acordo com Zinchenko et al. (2011), apresenta baixa solubilidade em água e insolubilidade em lipídeos, o que dificulta os processos de absorção e distribuição dessa substância no organismo, quando administrada por via oral (ZU et al., 2014).

Os dois exemplos mostraram que a partir de uma temática é possível abordar tanto na escola quanto na academia diferentes conteúdos disciplinares que envolvem a Química e que fazem parte da Proposta Curricular. Além das informações evidenciadas, os professores podem iniciar um estudo introdutório à Química Orgânica: estudo do carbono (ligações covalentes, sigma e pi; classificação dos átomos de carbono; valência dos elementos organógenos), classificação das cadeias carbônicas (acíclica/cíclica, mono/polinuclear isolada/condensada, aromática, saturada/insaturada e homogênea/heterogênea), geometria molecular (geometria linear, angular, trigonal plana, pirâmide

trigonal e tetraédrica) orbitais híbridos (hibridização do carbono). Além desses conteúdos podem referenciar as funções orgânicas (notação, nomenclatura e propriedades das funções oxigenadas e mistas: álcool, enol, fenol, cetona e éter; função mista) e isomeria (isomeria espacial: geométrica e óptica). Os resultados demonstraram que a partir de uma abordagem temática é possível, fortalecer, subsidiar uma nova prática docente e sobretudo, olhar com outras lentes para o que se ensina na escola e na academia.

CONCLUSÕES

Associar a diversidade cultural amazônica à Educação Química não é algo comum nas Propostas Curriculares da educação básica e ensino superior. Mas nas últimas décadas, produções acadêmicas tem se multiplicado e através de publicações em revistas nacionais e internacionais, em periódicos, em congressos e simpósios dessa área de conhecimento, tem contribuído para o desenvolvimento desse ensino. Ressaltamos que as diversidades de saberes e as diferenças culturais presentes nos espaços escolares e universitários devem permitir um novo olhar para o processo de ensino-aprendizagem e impulsionar estudos na área de Educação Química nesta região. Os saberes, a cultura, as práticas vivenciadas em diferentes contextos amazônicos não devem passar despercebidos aos olhos dos professores, pelo contrário, devem colaborar para a ampliação do currículo e fortalecimento das práticas pedagógicas daqueles que ensinam Química em diferentes contextos amazônicos. Este estudo demonstrou que é possível minimizar o olhar discriminatório e preconceituoso em relação aos saberes e à diversidade cultural. Essa dinâmica possibilita repensar os currículos, os cursos de formação de professores e a refletir sobre eles, na perspectiva de iniciar um processo de reorientação do currículo e das práticas educativas.

AGRADECIMENTOS

Às pessoas da Comunidade Trapiá – Rio Mamurú e outras que contribuíram com este estudo.

REFERÊNCIAS

ASSIS JÚNIOR, P. C.; SOUZA, C. B.; ELEUTÉRIO, C. M. S.; SOUZA, R. H. Etnoconhecimento e Educação Química: diálogos possíveis no processo de Formação Inicial de Professores na Amazônia. Anais Eletrônicos do 56º Congresso Brasileiro de Química – "Química: Tecnologia Desafios e Perspectiva na Amazônia". Belém: Pará, novembro de 2016.

BELEM, M. V. N.; SOUSA, B. S. E.; SANTOS, K. V. B.; GRACA, I. R. S.; ALMEIDA, H. L.; SILVA, H. M.; RIBEIRO, J. R. E.; DUTRA, R. D. G.; ASSIS JUNIOR, P. C.; ELEUTÉRIO, C. M. S. A fitoterapia do Crataeva benthami (Capparaceae) - Catauari: diálogos etnográficos. Anais Eletrônicos do 15º Simpósio Brasileiro de Educação Química – "Saberes tradicionais e científicos: diálogos na Educação Química". Manaus: Amazonas, 2017.

BRASIL. Conselho Regional de Farmácia do Estado de São Paulo. Plantas Medicinais e Fitoterápicos. Departamento de Apoio Técnico e Educação Permanente. Comissão Assessora de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. 4. ed., 2019.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Parecer CNE/CES 1.303/2001. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Brasília, 2001.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. MEC; SEMTEC. Brasília, 2002.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ministério da Educação. SEMTEC. Brasília, 2002.

BRASIL. Portaria nº 971, de 3 de maio de 2006. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde. Ministério da Saúde, Gabinete do Ministro, 2006.

BRASIL. Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2012, 156 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica; n. 31).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ELEUTÉRIO, C. M. S. O Diálogo entre Saberes Primevos, Acadêmicos e Escolares: potencializando a Formação Inicial de Professores de Química na Amazônia. Tese (doutorado), Universidade Federal de Mato Grosso, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Cuiabá, 2015.

FERREIRA, L. A. Q.; MARQUES, C. A. Garrafadas: uma abordagem analítica. Revista Fitos. Rio de Janeiro. 2018; 12(3): 243-262. FONSECA, K. Z.; PRAZERES, A. G. M.; LIMA, C. L. B.; SANTOS, I. P.; PAMPONET, J. S. S. Perguntas mais frequentes sobre flavonóides. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Superintendência de Educação Aberta à Distância – SEAD/UFRB. Cruz das Almas: Bahia, 2016.

FRANCA, A. S.; SILVEIRA, N. C. A. Representação do Etnoconhecimento sob a ótica da Epistemografia Interativa. XVI Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVI ENANCIB) – Informação, Memória e Patrimônio: do documento às redes, 26 a 30 de outubro, João Pessoa-PB, 2015.

FREITAS, A. O.; ALFAIA, K. F.; PAULA, J. A.; SANTOS, C. Y. T.; VIANA, J. V. E.; REIS, F. B.; RIBEIRO, J. R. E.; DUTRA, R. D. G.; ASSIS JUNIOR, P. C.; ELEUTÉRIO, C. M. S. A fitoterapia da Caesalpinia ferrea Mart. - o Jucá: diálogos etnográficos. Anais Eletrônicos do 15º Simpósio Brasileiro de Educação Química – "Saberes tradicionais e científicos: diálogos na Educação Química". Manaus: Amazonas, 2017.

GATTI, B. A.; BARRETTO, E. S. S. (Coord.). Professores no Brasil: impasses e desafios. Brasília: UNESCO, 2009. HUBER, L. S. Flavonóides: identificação de fontes brasileiras e investigação dos fatores responsáveis pelas variações na composição. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: [s.n.], 2007.

MATTA, M. L.; ELEUTERIO, C. M. S.; PEREIRA, D. S.; GUIMARAES, I. R. C.; MELO, M. G.; ROCHA FILHO, J. S.; SILVA, E. T.; ARAÚJO, M. C. P.; SERRÃO, E. M.; SOUZA, T. G. Extração artesanal de óleos de Andiroba (Carapa guianensis Aubl.) e Cumaru (Dipteryx odorata): eixo articulador do conhecimento químico e desenvolvimento sustentável na região do Baixo Amazonas. Anais Eletrônicos do 54º Congresso Brasileiro de Química – "Química e Sociedade: Motores da Sustentabilidade". Natal: Rio Grande do Norte, novembro de 2014.

MATTOS, C.L.G. A abordagem etnográfica na investigação científica. In MATTOS, C.L.G., and CASTRO, P. A. (Orgs.). Etnografia e educação: conceitos e usos [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

MIRANDA, M. L. C. A. Organização do Etnoconhecimento: a representação do conhecimento afrodescendente em Religião na CDD. VIII ENANCIB – Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Salvador: Bahia, Brasil, 28 a 31 de outubro de 2007.

MIRANDA, M. L. C. de; OLIVEIRA, J. X. de; PARANHOS, J. P. B. A. Organização do Etnoconhecimento a representação do conhecimento em religiões de matrizes africanas na CDD e na CDU. XXIV Congresso Brasileiro de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação. Sistemas de Informação, Multiculturalidade e Inclusão Social. Maceió: Alagoas, 07 a 10 de agosto de 2011.

MORAES, W, P. Caracterização do mecanismo de ação antiinflamatória do flavonóide BAS1 isolado da planta Brosimum acutifolium. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Biologia Celular. Universidade Federal do Pará. Belém: Pará, 2011.

MORETTI C, GAILLARD Y, Grenand P, Bévalot F, Prévosto JM. Identification of 5-hydroxytryptamine (bufotenine) in takini (Brosimum acutifolium Huber subsp. acutifolium C.C. Berg, Moraceae), a shamanic potion used in the Guiana Plateau. Journal of Ethnopharmacology, 2006, 106: 198-202.

PASTORE JR., F.; ARAÚJO, V. F. (coord.). Plantas da Amazônia para produção cosmética: uma abordagem química - 60 espécies do extrativismo florestal não-madeireiro da Amazônia. Universidade de Brasília (UnB), Instituto de Química (IQ) - Laboratório de Tecnologia Química (LATEQ). Brasília: DF, 2005.244 p.

PASTORE JR., F.; ARAÚJO, V. F. [et. al.] (coord.) Plantas da Amazônia para produção cosmética: uma abordagem química - 60 espécies do extrativismo florestal não-madeireiro da Amazônia. Universidade de Brasília, Organização Internacional de Madeiras Tropicais – OIMT, Fundação de Estudo e Pesquisas em Administração e Desenvolvimento – FEPAD, Brasília:DF, 2005.

PELUSO, M.R. Flavonoids attenuate cardiovascular disease, inhibit phosphodiesterase, and modulate lipid homeostasis in adipose tissue and liver. Experimental Biology and Medicine, Maywood, v.231, n.8,p.1287-1299, Sept. 2006.

REHMAN, K.; KHAN, I. I.; AKASH, M. S. H.; JABEEN. K.; HAIDER, K. Naringenin downregulates inflammation-mediated nitric oxide overproduction and potentiates endogenous antioxidant status during hyperglycemia. J Food Biochem, 2020.

CAPÍTULO 9

ASPECTOS DO PROCESSO DE INICIAÇÃO DA CARREIRA DOCENTE NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA

Data de aceite: 01/05/2022

Graziele Borges de Oliveira Pena
Doutor(a) em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG/Goiânia)
Professora da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT/CUA)

Valéria Aparecida Lanzoni Zanetoni
Especialista em Química pela Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Professora da Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso (SEDUC)

Nathália Santos Véras
Licenciada em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT/CUA)

RESUMO: Este artigo discute a importância de se considerarem as vivências do estágio supervisionado com algumas características do processo de iniciação na carreira docente e de suas implicações para a formação e o desenvolvimento profissional. A pesquisa se baseou no estudo de caso desenvolvido, que acompanhou nove licenciandos durante o estágio supervisionado, os quais participaram de um programa de inserção à docência e receberam apoio pessoal e profissional pautado em estratégias e demandas que o processo requer. Os participantes do estudo evidenciaram, como na literatura, algumas das dificuldades vivenciadas por professores em início de carreira, além disso, o acompanhamento identificou uma situação que poderia ser traumática, ao desencadear o abandono do curso e da carreira docente. É importante, pois, que aqueles que estejam envolvidos no estágio supervisionado conheçam os pressupostos teóricos e metodológicos da fase de iniciação na carreira docente.

PALAVRAS-CHAVE: Estágio Supervisionado; inserção na carreira docente; formação docente em Química.

ASPECTS OF THE TEACHING CAREER INITIATION PROCESS IN THE CHEMISTRY DEGREE STUDENTS SUPERVISED INTERNSHIP

ABSTRACT: This article discusses the importance of considering the experiences of the supervised internship with some characteristics of the initiation process in the teaching career and its implications for the training and professional development. The research was based on the developed study case, which followed nine students during the supervised internship, who participated in a teaching enrollment program and received personal and professional support based on strategies and demands that the insertion process in the teaching career requires. The study participants noticed, like in the literature, some of the difficulties experienced by teachers at the beginning of their careers, and in addition, the monitoring identified a situation that could be traumatic and cause students to drop the course and the teaching career. For that reason, it is important that those involved in the supervised internship know the theoretical and methodological assumptions of the teaching career initiation phase.

KEYWORDS: Supervised Internship; enrollment

in Teaching career; Chemistry teacher training.

INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado de ensino é um componente obrigatório da organização curricular das licenciaturas que compreende carga horária de 400 horas, e deve ser realizado na escola em situação real de trabalho (BRASIL, 2019).

Tardif (2002) afirma que o estágio supervisionado constitui uma das etapas mais importantes na vida acadêmica dos alunos de licenciatura. Entretanto, é preciso salientar que ainda buscamos, tanto no campo das pesquisas, quanto no campo prático, propiciar que esta fase da formação inicial docente cumpra o seus objetivos, dentre os quais, propiciar uma formação na qual o estagiário/professor possa produzir conhecimento em campo, associando o conhecimento acadêmico (teórico-prático) em função do contexto escolar e social que envolve a escola e os alunos.

Para Monteiro (2001 apud PENA; MESQUITA, 2020), "Um conhecimento para a docência produzido com distanciamento do campo prático, não tem como [...] conseguir atender à realidade." (p. 305). Desse modo, o conjunto de saberes para a docência é um tipo de conhecimento científico que não se produz sem o conhecimento prático do professor. Essa concepção de propiciar ao aluno/futuro professor a condição de compreender a produção/elaboração do conhecimento profissional, no contexto do campo prático, não preconiza a supervalorização de tal conhecimento desenvolvido no âmbito do terreno prático. Como afirma Goodson (2008), é necessário definir e defender uma concepção de conhecimento profissional muito mais ampla.

Na área de Química, o conhecimento profissional específico para ensinar, segundo Pena e Mesquista (2020),

> [...] é construído ativamente pelo professor a partir do planejamento na ação e pela ação reflexiva do processo de ensino e aprendizagem, que se dá pela amálgama de todas as categorias de conhecimento da Base de conhecimento para ensinar Química, sendo influenciado pelo professor, pelo aluno, pelo contexto de sala de aula, pelo contexto próximo e amplo que permeia a vida dos alunos e é desenvolvido para cada tópico do conteúdo de Química, via processo baseado no Modelo de Raciocínio Pedagógico da Ação (MRPA) de Lee Shulman. (p.322).

As autoras corroboram a concepção mais ampla do conhecimento profissional, que Goodson (2008) menciona. Entretanto, como analisa Silvestre (2016), as bases epistemológicas que sustentam as práticas de ensino e os estágios supervisionados ainda são pautadas pelos pressupostos da racionalidade técnica que compreende que a prática docente se resume a um conjunto de aplicações teóricas e técnicas. Decorre disso, uma fragmentação da unidade teoria-prática e uma concepção de currículo para a formação docente, que hierarquiza o conhecimento que se aprende na universidade e desvaloriza o

conhecimento produzido no campo profissional prático.

Zeichner (2010) indica que uma relação mais equilibrada entre o conhecimento acadêmico e o da prática profissional requer a ruptura do modelo de formação docente que pretende levar os conhecimentos acadêmicos para os professores da educação básica (ANDRÉ, 2016). A necessária aproximação entre escola-campo e universidade, por meio do estágio supervisionado, é historicamente buscada, mas, deverá ser permeada por paradigmas e concepções epistemológicas de formação docente que dificultam a superação da dissociação entre o campo da formação e do trabalho. Canário (2002) que defende a aproximação entre o campo da formação inicial e do trabalho profissional considera a articulação desses campos como sendo um ponto nevrálgico da formação inicial.

Nessa linha de pensamento, pesquisas que visam melhorar as questões que permeiam o estágio supervisionado são muito importantes e requerem estudos em vários vieses. Além das questões epistemológicas que norteiam os estágios supervisionados, há o sujeito, aluno/estagiário, humano, que vive um misto de emoções com esse primeiro contato com o campo da prática profissional. Esse olhar para a experiência humana das vivências do estágio é importante, pois elas podem influenciar, dentre outras atitudes, o modo como o futuro professor se vê na profissão, como percebe a docência e as influências no seu desenvolvimento profissional.

O aluno/professor, durante o estágio, já pode sofrer as marcas do início da carreira docente, ao ser inserido na realidade profissional e ao desenvolver atividades nesse contexto, tais como: práticas de estágio supervisionado, participação em projetos de extensão, PIBID, Residência Pedagógica, dentre outras. Por esse motivo, torna-se necessária uma maior atenção ao processo de inserção dos alunos/professores no contexto escolar, pois eles já poderão vivenciar as dificuldades próprias do início da carreira nessa fase. Neste artigo, nosso foco se concentra nas influências e na atenção às marcas do início da carreira docente em alunos/professores durante o estágio supervisionado.

O início de carreira docente vivenciado na experiência do estágio supervisionado

Alguns autores (PENA, 2010; LIMA et al., 2007; MARIANO, 2006; BEACH; PEARSON, 1998; MELLADO, 1998; KAGAN, 1992) entendem que o estágio supervisionado pode-se configurar como experiências que já propiciam vivências do início da carreira docente, com algumas especificidades em relação ao professor que assume a profissão, após a conclusão de sua graduação.

As especificidades dos estagiários, diante das experiências do início da carreira docente de professores graduados, dão-se, especialmente, no campo do processo de ensino e aprendizagem, ou seja, os estagiários não vivenciam as dificuldades e influências da responsabilidade pelo processo de aprendizagem dos alunos e, por não serem considerados pelos pares como pertencentes ao corpo profissional da escola, não sofrem cobranças que

se relacionam ao exercício da profissão docente e nem vivenciam experiências difíceis de socialização profissional com os pares (PENA, SILVEIRA, GUILARDI, 2010).

Em seus estudos, Garcia (1999) e Lima (2006) destacam que a fase de inserção na carreira docente pode influenciar de forma intensa a constituição da identidade docente. Isso se torna uma preocupação, uma vez que Tardif e Raymond (2000) afirmam que é na fase de introdução na carreira que o profissional da docência acaba por construir a sua prática. Vários autores (GOODSON, 1995; FEIMAN-NEMSER, 2001; FLORES, 2004; FLORES; DAY, 2006) apontam que as influências desse período podem ser significativas para os professores principiantes, principalmente, para a constituição do tipo de educadores que eles virão a se tornar.

Tanto para Huberman (1995), quanto para Garcia (1999) e Lima et al. (2007), o início da carreira compõe uma das muitas fases/ciclos da profissão docente. Huberman (1995), sobre as fases da carreira, salienta que não são, necessariamente, cumpridas da mesma maneira pelos professores; há influências contextuais.

> [...] o desenvolvimento de uma carreira é, pois, um processo, não uma série de acontecimentos. Para alguns, esse processo pode parecer linear, mas, para outros, há oscilações, regressões, becos sem saída, declives, descontinuidades. O fato de encontrar seqüências-tipo não deveria ocultar o fato de que há pessoas que jamais deixam de explorar, ou que jamais chegam a estabilizar-se, ou que se desestabilizam por motivos de ordem psicológica (tomada de consciência, mudança de interesses, mudança de valores) ou externas (acidentes, mudanças políticas, crises econômicas) (p. 38).

Para esse autor, o professor no início da docência, passa por uma experimentação constante de perceber a distância entre os seus ideais e as realidades cotidianas da escola e da sala de aula. Veenman (1988), um autor de referência nos estudos sobre o início da carreira docente, evidencia que esse início é um sempre difícil e desconcertante - “choque de realidade”-, expressão difundida, principalmente, por ele, e utilizada por vários autores para representar as dificuldades iniciais dos professores principiantes, que simbolizam o “[...] colapso dos ideais missionários elaborados durante a formação do professor com a cruel e dura realidade da vida cotidiana em sala” (VEENMAN, 1988, p.40) [tradução nossa].

Pena (2010) realizou uma investigação com professores de Química em início de carreira e identificou que as dificuldades e vivências que permeiam essa fase da docência, não são muito diferentes entre o processo de iniciação à docência de professores de outras disciplinas. Porém, foram evidenciadas algumas particularidades no início da carreira docente de professores de Química, como: falta de domínio dos conhecimentos químicos, dificuldades relacionadas com o ensino de modelos abstratos, falta de compreensão sobre a utilidade e a forma de utilização de recursos didáticos, especialmente, com relação às tecnologias educativas e a experimentação, falta de entendimento sobre os processos de aprendizagem dos alunos e, também, sobre a importância de ensinar certos conhecimentos químicos, dificuldades de natureza epistemológica, dificuldades para a seleção dos

conteúdos que devem ser ensinados e dificuldades de transformação do conteúdo em formas didaticamente ensináveis (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo) (PENA, 2010).

A importância do apoio pessoal e profissional no início da carreira docente

Segundo Huberman (1995), é indiscutível a necessidade de oferta de condições que colaborem com a diminuição das dificuldades e tensões vividas no processo de iniciação à docência. Gold (1997) também destaca, nesse sentido, a importância de proporcionar apoio pessoal e profissional aos principiantes. Flores (2008) nos alerta para a necessidade de que aqueles envolvidos com os processos formativos do professor reconheçam a fase de iniciação à docência como um processo crucial e intenso de aprendizagens e a necessidade de proporcionar apoio e assistência adequada ao professor iniciante.

Pelo reconhecimento das características específicas da fase de iniciação à carreira docente é possível desvelar sua influência sobre a constituição da identidade profissional do professor e sua permanência na carreira. Muitos países (Espanha, Itália, Portugal, Grécia, Holanda, Estados Unidos, Nova Zelândia) têm desenvolvido, há vários anos, programas de inserção, ou de indução à docência (GARCIA, 2008; FLORES, 2006; FLORES; FERREIRA, 2009; GARCIA, 1999).

A concepção e definição desses programas varia de acordo com os países nos quais eles são implantados. Mas, a maioria deles tem como objetivo propiciar aos professores neófitos um maior suporte, para que sejam inseridos de forma mais tranquila na carreira e permaneçam nela. Os programas de inserção podem variar no que se refere ao período de acompanhamento, alguns no final da graduação e outros, quando o professor já está graduado (GARCIA, 2008). Smethen e Adey (2005), em seu estudo que analisa e avalia os possíveis efeitos da introdução de programas de indução à docência, na Inglaterra, dentre as conclusões que chegaram algumas delas se relacionam com a redução da ansiedade.

No Brasil, as políticas de iniciação à docência, foram recentemente implantadas e têm como propósito, segundo André (2016), "[...] oferecer formação profissional de qualidade aos futuros docentes, a fim de obter melhores resultados na aprendizagem de crianças e jovens da educação básica" (p.49). Podemos mencionar, como alguns exemplos dessas políticas de iniciação à docência, o PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) e o programa de Residência Pedagógica. São programas importantes, que atendem uma parcela considerável de licenciandos, não todos. Entretanto, falta ainda para tais programas uma maior aproximação com os aspectos de apoio pessoal aos alunos/professores principiantes, ou seja, promover que eles sejam inseridos, de forma mais tranquila na carreira, utilizando os dados que já são conhecidos na literatura em relação às dificuldades e vivências da fase inicial da carreira docente.

O programa de inserção à docência–PAPIC (Programa de Acompanhamento de Professores em Início de Carreira) do qual os sujeitos desta pesquisa fizeram parte, é um programa realizado pela Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Universitário do

Araguaia, na forma de projeto de extensão, desde o ano de 2011, que tem atendido muitos professores e visa propiciar acompanhamento de alunos/estagiários/docentes em início de carreira e suporte pessoal e profissional para uma entrada mais tranquila no magistério, especialmente, de licenciandos de Química. O PAPIC não conta com apoio financeiro necessário, mas com o apoio da pró-reitoria de extensão; por ano são selecionados dois bolsistas que colaboram com as atividades do programa, que são: o apoio aos professores principiantes, na forma de encontros presenciais, apoio individual, apoio virtual, iniciativas de conscientização dos envolvidos com estagiários, pibidianos e alunos das licenciaturas, bem como professores supervisores de estágio e diretores das escolas da educação básica da cidade na qual se localiza a Universidade Federal de Federal de Mato Grosso – Campus Universitário do Araguaia.

Diante da importância e influência da fase de iniciação na carreira docente para a formação do professor e da falta de atenção com os licenciandos, na condição de estagiários que já vivenciam experiências iniciais na carreira, com especificidades, em relação ao professor iniciante que concluiu a graduação, este trabalho tem como objetivo discutir a importância de se considerarem as vivências do estágio supervisionado, de acordo com as características do processo de iniciação na carreira docente, baseando-se nos resultados do estudo de caso desenvolvido com nove licenciandos em Química, durante o estágio supervisionado, os quais participaram do programa de inserção à docência PAPIC e receberam apoio pessoal e profissional pautado em estratégias e demandas que o processo de inserção na carreira docente requer.

APORTE TEÓRICO/METODOLÓGICO

A metodologia utilizada para realização da coleta de dados é de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso. Segundo André (2005), a pesquisa de estudo de caso se caracteriza por buscar de modo mais íntimo conhecer o particular do que se caracteriza como foco da pesquisa. Para Yin (2001, p. 21), "[...] o estudo de caso contribui, de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos". De acordo com MORGADO (2013), no estudo de caso estamos diante de um tipo de investigação que requer o envolvimento do investigador, interagindo com o contexto em que decorre a ação, de forma a obter informações, de maneira mais fiel possível, e o desdobrar dos acontecimentos.

Nessa perspectiva, o estudo apresentado procurou especificidades de um caso singular que reúne informações relevantes para, a partir delas, compreender uma dada situação. Ou seja, neste estudo, tínhamos como objetivo acompanhar um grupo específico, estagiários do curso de Licenciatura em Química, que participavam concomitantemente de um programa de inserção à docência, com apoio pessoal e profissional voltado para licenciandos em Química. A partir desse recorte é que poderíamos avaliar a importância

e a influência de os sujeitos da pesquisa conhecerem os aspectos da fase de iniciação na carreira docente e receberem apoio nesse momento de vivências em campo da realidade escolar.

Como este estudo se tratava de uma investigação que visava um caso singular mas, com análise de diferentes unidades, o tipo de estudo de caso, segundo a classificação de Yin (2001), é estudo de caso único incorporado.

Os sujeitos de pesquisa se constituíram de nove estudantes que se encontravam em fase de conclusão do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Universitário do Araguaia, pertencentes ao 6º, 7º e 8º semestre e, também participantes do programa de inserção à docência PAPIC. Todos os nove estudantes eram do gênero feminino, por isso, a partir deste ponto do texto, os sujeitos de pesquisa serão mencionados, como estagiárias em início de carreira.

A coleta de dados se deu por meio dos seguintes instrumentos metodológicos: observação participante em lócus (na escola)[1] com anotação em caderno de campo, observação participante dos dois encontros[2] promovidos pelo programa de inserção à docência PAPIC (os encontros foram filmados e posteriormente realizada a transcrição) e a aplicação de três questionários. Toda a coleta de dados foi precedida da autorização dos participantes da pesquisa, por meio da explicação do estudo e de seus objetivos e da assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Para fins de preservação da identidade dos participantes, as falas das estagiárias serão representadas pelas siglas "[EP1]", "[EP2]" - "[EP9]", que simbolizam: E (Estagiária), P (Principiante) e o número de um a nove atribuído às nove participantes.

No primeiro encontro do programa de inserção à docência PAPIC (com duração de dois dias, totalizando 8hs), as atividades e discussões tiveram como foco o conhecimento do conteúdo de Química e o currículo, que visaram à discussão das dificuldades conceituais pelos participantes do programa de inserção[3] e, também pelas participantes da pesquisa. O foco da discussão foi escolhido, por se tratar de duas das dificuldades de professores de Química, em início de carreira, identificadas no estudo realizado por PENA (2010) e foi permeado de dúvidas sobre como realizar a escolha dos conteúdos, segundo os documentos orientadores oficiais e, de acordo com o tempo disponível para as aulas da disciplina, e, ainda, dúvidas de como elaborar sequências didáticas para ensinar tais conteúdos. Durante esse primeiro encontro foram aplicados dois dos três questionários investigativos da pesquisa. Nos questionários as estagiárias em início de carreira foram indagadas sobre suas expectativas e medos diante da fase de iniciação na carreira docente e como se sentiam em relação às questões relativas ao domínio do conteúdo, ao currículo

1 A observação participante ocorreu apenas com três das participantes do estudo, pois o projeto de pesquisa só dispunha de uma bolsista para realizar o acompanhamento.

2 Os encontros do programa de inserção à docência PAPIC tinham como características para realização os pressupostos de grupo focal.

3 Além das nove participantes da pesquisa havia outros indivíduos participando do programa de inserção à docência PAPIC.

e à metodologia e experimentação.

No segundo encontro do programa de inserção à docência PAPIC (com duração de dois dias, totalizando 8h), foram realizadas discussões relacionadas com o tema execução de práticas de experimentação para o ensino de Química. Nesse encontro, uma análise de diferentes tipos de aula de experimentação para o teste de chama foi realizada e, em seguida, foram feitas discussões voltadas para a importância da experimentação, objetivo do experimento, escolha e obtenção de materiais e reagentes, relações entre ensino e aprendizagem de conceitos para a formação crítica por meio da experimentação do Teste de Chama. Nesse encontro foi aplicado o terceiro questionário investigativo.

Durante o período de dois meses, três estagiárias/principiantes (EP1, EP8 e EP9) foram acompanhadas em lócus (na escola onde realizavam o estágio supervisionado) por um pesquisador deste estudo, que não entrou em sala de aula. O acompanhamento se deu na escola, na tentativa de estabelecer um contato mais próximo, conversando sobre as experiências.

A análise dos dados coletados se fundamentou nos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2011) que, segundo a autora, é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos [...]" (BARDIN, 2011, p.15). A análise de conteúdo é um instrumento que não deixa de ser uma análise de significados, tem a preocupação com uma descrição objetiva e sistemática, mas procura conhecer aquilo que está por trás do significado das palavras.

Após a reunião do material e das várias leituras "flutuantes", seguiu-se pela construção de uma divisão do material pelos dados comuns (unidades de registro), o que proporcionou a criação de algumas categorias de análise: "medos, expectativas, currículo e instrução" e "dimensão institucional e pessoal" que serão discutidas na próxima seção.

DISCUSSÃO

Serão discutidas nesta seção as categorias de análise mencionadas anteriormente e alguns aspectos do contexto de realização do estágio supervisionado realizado pelas participantes da pesquisa.

Medos, expectativas, currículo e instrução

Segundo Pena (2010), as principais expectativas dos professores de Química, em início da carreira, relacionam-se com o conteúdo a ser ensinado e a metodologia de ensino que será utilizada, evidenciando uma concepção bem tecnicista dos professores. As estagiárias/principiantes de Química e participantes da pesquisa também apresentaram expectativas com relação ao domínio do conteúdo e da metodologia de ensino, como pode ser observado nas falas abaixo:

[EP8]: Tenho medo de não possuir domínio com o conteúdo, de modo que, a

forma que explico, não seja atrativa e de fácil entendimento.

[EP3]: Fico com a sensação que não sei o suficiente, isso dá medo.

Não se sentir bem em relação ao domínio dos conteúdos gera, além de expectativas, o sentimento de medo nas estagiárias/principiantes, assim como ocorre com professores principiantes. Outras participantes da pesquisa também evidenciaram essa insegurança em suas respostas, como percebido pela fala de [EP5] que diz se sentir incapaz e insegura para ensinar com os conhecimentos químicos que possui. Além disso, outros termos relacionados com a falta de domínio do conteúdo, também foram citados nas falas de outras estagiárias/principiantes, tais como: despreparada e insegura. Na fala da estagiária/principiante [EP1], percebe-se sua dificuldade em relação ao domínio de conteúdo.

[EP1]: [...] tenho medo de ser surpreendida por algum questionamento do qual não saberei responder.

Maldaner (2003) constatou, muitas vezes, que os professores temem por não "[...] saberem responder às perguntas que os alunos fazem" (p. 46). Em relação ao sentimento de falta de domínio dos conteúdos químicos, a estagiária [EP2] diz:

[EP2]: Acho que deveria ser mais preparada pela faculdade, através de aulas mais dinâmicas.

Tardif e Raymond (2000) afirmam que os professores em início de carreira, geralmente, atribuem o seu despreparo aos programas de formação docente que são demasiado teóricos. Maldaner (2003) destaca que os professores tendem a negar a validade de sua formação na graduação, "[...] exatamente naquilo que os cursos de Licenciatura em Química e outras áreas mais prezam: dar uma boa base em conteúdos!" (p.45). É necessário reconhecer que um dos aspectos em que a formação inicial precisa melhorar é o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos; é preciso superar o ensino por transmissão e as características de bacharelado que os cursos de licenciatura em Química possuem. Mas, reconhecer que a falta de domínio do conteúdo é aspecto que dificulta e influencia o processo de iniciação na carreira docente, inclusive, durante a prática de estágio, pode ser uma evidência para pensar em melhorias para a formação inicial e para o desenvolvimento e acompanhamento do estágio supervisionado.

Uma das estagiárias/principiantes [EP9] diz se sentir bem em relação ao domínio dos conteúdos, entretanto, ela comenta ter dificuldade para se lembrar de alguns deles. Quando ela afirma que não se lembra de alguns conteúdos, esse termo "lembrar" pode estar associado à aprendizagem por memorização, e o "domínio" dos conteúdos cuja falta [EP9] sente pode significar um domínio superficial dos conceitos.

Segundo Montalvão e Mizukami (2000), a ausência do domínio dos conhecimentos específicos compromete o conhecimento de como ensinar. Além disso, a ausência desse saber docente influencia na forma como o professor organiza e desenvolve o seu currículo, pois é pelo conhecimento do conteúdo e dos métodos pedagógicos que se torna possível

a adequação deles a um Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. Segundo Pena (2010), esse saber, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), descrito por Lee Shulman, depende do conhecimento do conteúdo; é o conhecimento específico do professor que o torna capaz de transformar e adaptar formas de ensinar os conceitos, de acordo com o seu público (aluno). Carvalho (2001), diz que: "[...] inúmeros trabalhos sobre formação de professores têm insistentemente mostrado a gravidade de uma carência no domínio dos saberes conceituais da matéria a ser ensinada, o que transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro-texto" (p. 115).

Essa carência de domínio dos conhecimentos do conteúdo que pode gerar dificuldades na forma de ensinar é apresentada na fala de várias participantes da pesquisa, como pode ser observado a seguir:

> **[EP1]:** Tenho medo de não conseguir transmitir o conteúdo de maneira que os alunos compreendam.
>
> **[EP6]:** [...] tenho medo também de não conseguir passar os conteúdos de forma com que os alunos tenham uma boa compreensão.
>
> **[EP7]:** Preciso aprender a ser criativa, chamando atenção para coisas que eles gostam.
>
> **[EP8]:** Tenho medo de não possuir domínio com o conteúdo, de modo que, a forma que explico, não seja atrativa e de fácil entendimento.

Os termos mencionados, como "transmitir" e "passar" o conteúdo remetem a uma concepção de ensino e aprendizagem do tipo tradicional, baseada na transmissão dos conceitos. Mas, o termo "medo" nas falas das três estagiárias e a vontade explicitada por [EP7] e [EP8] de que a forma ensinada "chame a atenção dos alunos", seja "atrativa" e de "fácil entendimento", demonstra preocupação e intenção de melhorar a forma de ensinar os conceitos. A busca pela aceitação e pela admiração dos alunos pode causar conflitos no professor principiante, no que se relaciona à elaboração e execução da sua prática de ensino (instrução) e concepções sobre currículo (BEACH; PEARSON, 1998).

Desse modo, é preciso avaliar com mais profundidade se a motivação para melhoria da forma de ensinar decorre da preocupação com a aprendizagem dos alunos, ou da preocupação com o fato de os alunos gostarem da forma como o professor ensina, que ela seja "atrativa". Guarnieri (1996), evidenciou que professores iniciantes, possuem, em relação aos professores de outras fases da carreira docente, menor preocupação com a aprendizagem dos alunos. Isso pode ocorrer, diante dos vários aspectos nos quais os professores principiantes estão mergulhados e os professores em outras fases da carreira já superaram, como a insegurança.

Segundo Maldaner (2003), há na expectativa dos estudantes de licenciatura em Química, uma clara rejeição ao que denominam "ensino teórico" que possivelmente vivenciaram em toda sua formação anterior. Essa rejeição é evidenciada pela fala de [EP5], quando ela menciona que:

> **[EP5]:** Um dos meus maiores medos é de não ser capaz de ensinar da forma correta. [...] Apesar de falarmos e aprendermos diversos métodos didáticos tenho receio que ao adentrar no ambiente escolar, prevaleça o ensino tradicional.
>
> **[EP2]:** Tenho expectativa em poder explicar o conteúdo de química de uma forma dinâmica, correlacionando-a com o cotidiano.

Receios com relação a não ser capaz de ensinar, ou de "cair" na prática do "ensino teórico" foram caracterizados por outras estagiárias/principiantes. Elas reconhecem que a maioria do ensino, ainda é realizado na perspectiva tradicional; as estagiárias/principiantes, relatam que não querem ser "engolidas" ou "contaminadas" pelo sistema, ao iniciarem a carreira. Essas falas demonstram conhecimento de que as vivências do início da carreira podem influenciar o seu desenvolvimento profissional. Ter esse conhecimento pode melhorar a autonomia e a segurança dessas estagiárias/principiantes quando iniciarem na docência, após à conclusão do curso.

Durante o estágio supervisionado, há mais tempo para o preparo das aulas, há orientação, o estagiário não está submetido a cobranças da escola, como o professor principiante graduado está. Além disso, no estágio supervisionado há incentivo e liberdade para o desenvolvimento de atividades de ensino mais elaboradas e de acordo com perspectivas didáticas mais atuais. As estagiárias/principiantes demonstram ter preocupação com a sua constituição de professor perante a realidade que vão encontrar ao concluir a graduação e iniciar na carreira.

Foram mencionados como sentimentos de medo pelas participantes da pesquisa: medo de não conseguir ter domínio de sala de aula, de serem influenciadas pelo meio, da relação professor/aluno, de não conseguirem ensinar de modo inovador/diferente do ensino tradicional de Química, de não serem aceitas pelos pares, de não ser a carreira docente a desejada, de não superarem as dificuldades do início da carreira e o medo da falta de interesse dos alunos. A maioria dos sentimentos de medo apresentados reportam as dificuldades do início da carreira docente em química, que Pena (2010) cita em seu estudo.

Sobre as contribuições da participação nos encontros do programa de inserção à docência PAPIC as estagiárias/principiantes, [EP1] e [EP3], afirmam:

> **[EP1]:** Consegui ter noção sobre alguns conteúdos de suma importância a serem trabalhados, de forma que propicie ao aluno compreender alguns processos e poder relacioná-los. Tive a oportunidade de expor as dificuldades [...] e perceber que elas não são só minhas mas que fazem parte do início de carreira.

A partir da fala da estagiária/principiante [EP1] é possível perceber que ela reconhece que as dificuldades que possui e que teve oportunidade de expor são comuns para o momento que vivencia e isso pode trazer uma sensação de conforto e diminuir as tensões do início da carreira docente.

> **[EP3]:** O encontro me proporcionou uma visão de que não precisamos ficar preso aos conteúdos.

Segundo Pena (2010), devido ao fato de os docentes em início de carreira não compreenderem bem a função do ensino de Química, acabam por tentar ensinar "todo" o conteúdo, e, quando percebem que não é possível, sentem-se incapazes de ensinar. Dessa forma, a participação no programa de inserção na docência PAPIC pode ter influenciado, positivamente, as participantes a não se sentirem "obrigadas" a ensinar "todos" os conteúdos, ou tentar seguir e cumprir o livro didático.

Compreender o conhecimento dos fins educacionais do ensino de Química é fundamental para que o professor em início de carreira seja capaz de conceber o currículo. Cada concepção de currículo tem um propósito, e a tendência de os professores em início de carreira quererem "ensinar "tudo" explicita a falta de entendimento sobre o que é ou não importante ensinar, de acordo com a sua concepção de currículo, associada aos documentos de referência curricular nacionais. Desse modo, é comum no início da carreira docente dúvidas e dificuldades para pensar e conceber o currículo, inclusive no que diz respeito a selecionar o que é mais importante de toda a matéria (PENA, 2010), aspecto este que foi identificado na fala de [EP5] quando questionada sobre como se sentia em relação a ensinar e aos seus conhecimentos curriculares:

> **[EP5]:** Os conhecimentos que tenho, não consigo adaptar, julgar o que seja necessário para que o aluno apreenda.

A maioria das estagiárias/principiantes na carreira apresentaram respostas que deixavam clara a sua insegurança e, principalmente, a sua falta de conhecimento sobre quais conceitos ensinar ou não, evidenciando falta de conhecimento sobre currículo. A estagiária/principiante [EP1], explicita que a participação no programa de inserção contribuiu nesse sentido:

> **[EP1]:** [Comecei] adquirir superficialmente esses conhecimentos através dos encontros do programa PAPIC. [grifo nosso]

A estagiária/principiante [EP8], menciona que a participação no programa foi um momento no qual as suas dificuldades foram amenizadas, melhorando sua concepção para a elaboração de suas aulas e a sequência delas.

> **[EP8]**: a participação no programa PAPIC, me proporcionou esclarecimentos de dúvidas que podem me ajudar nas minhas dificuldades 'medo' de como elaborar planos de aula, para que possa aproveitar o tempo determinado pela escola [para cada aula].

A inserção na realidade escolar, vivenciada pelas participantes da pesquisa e evidenciadas pelas falas descrevem o conhecimento sobre os sentimentos e dificuldades que envolvem o período de iniciação à docência e como, com ou sem a participação em um programa de inserção, os aspectos teóricos e epistemológicos dessa fase da docência se

mostram importantes durante a formação inicial.

Dimensão institucional e pessoal

O processo de socialização profissional, que envolve as relações e interações com os pares, alunos, com a cultura escolar, dentre outros componentes da escola, são dificuldades vivenciadas no início da carreira docente, entretanto, podem não ser vivenciadas, ou serem experenciadas de forma mais branda pelos licenciandos na condição de estagiários do que pelos professores principiantes após concluírem sua graduação e assumirem a profissão. Como afirma Pena, Silveira e Guilardi (2010), os estagiários, não fazem ainda parte do corpo profissional da escola e por isso sofrem menos cobranças, possuem menos responsabilidade e não têm acesso totalmente à cultura escolar.

Beach e Pearson (1998) também afirmam que não é comum a vivência de conflitos relacionados à socialização profissional no início da carreira docente de estagiários. Entretanto, em seu estudo sobre o início da carreira docente realizado com estagiários, foram identificados quatro principais conflitos relacionados com o processo de socialização profissional, sendo eles: relacionamento pessoal, currículo/instrução, autoconceito e institucional/contextual.

Durante o acompanhamento (observação participante) das estagiárias/principiantes em lócus identificamos dois conflitos e tensões com características de socialização profissional, do tipo institucional e pessoal.

O primeiro deles, de natureza institucional se deu, quando uma das estagiárias/principiantes [EP9] foi chamada a atenção pela direção da escola na frente dos alunos por liberá-los da sala de aula, antes do horário correto. A estagiária se sentiu constrangida e frustrada, e disse que não achou correta a atitude da direção ao cobrar dela na frente dos alunos uma responsabilidade que não era sua. Além disso, ela menciona que preferia que estivesse em sala de aula realizando o estágio acompanhada pelo supervisor.

A dimensão institucional, segundo Pena, Silveira e Guilardi (2010) se refere às relações dos professores com os colegas e com a direção e se constitui com um dos quatro níveis de influência no início da carreira identificados pelo estudo de Jordell (1984 apud GARCIA, 1999), os demais níveis são: dimensão social, de classe e pessoal.

A relação com a direção vivenciada pela estagiária principiante do estudo, evidencia uma relação de cobrança, da qual a estagiária principiante mesmo não reconhecendo como sua responsabilidade, demonstra potencial de conflito pelo sentimento de constrangimento e frustação.

Em algumas situações os estagiários preferem não serem acompanhados em sala de aula pelo supervisor de estágio da escola e nem pelo orientador de estágio da graduação, pois com a presença deles se sentem observados, intimidados e envergonhados. Desse modo, é comum filmar as aulas de estágio e, depois, elas serem analisadas com o estagiário.

Independente da estratégia de orientação de estágio adotada, é importante que

aqueles que estejam envolvidos com professores em início de carreira compreendam que nessa fase o indivíduo passa por um momento de maior influência e de muitas angústias, próprias do processo de iniciação à docência. Nesse sentido também, é necessário que a direção e os demais professores da escola tenham conhecimento sobre a importância do apoio institucional aos principiantes na carreira docente.

Segundo Pena, Silveira e Guilardi (2010) a falta de apoio institucional recebida pelos professores em início de carreira é mencionada por autores.

> Alguns autores (LIMA, E. et al, 2007; ZEICHNER e GORE, 1990) são unânimes ao constatar que o professor, em início de carreira, não recebe apoio institucional. Há uma escassez de ações organizadas pela instituição que proporcionem ao professor principiante ajuda para sanar dúvidas e partilhar dificuldades. A forma como a socialização do professor iniciante tem se dado, mostra que a comunidade escolar, ao invés de oferecer apoio, exerce pressão nesse processo que ocorre de forma unidirecional (p.04).

O termo unidirecional, é utilizado por Garcia (1999) cujo significado, está associado à socialização do professor principiante via processo de aquisição de cultura em via de mão única. Segundo o autor, há uma tendência bastante generalizada na literatura que percebe o professor principiante como uma pessoa passiva que se ajusta às forças exteriores da instituição.

Coerente com a tendência explicitada por Garcia (1999) a estagiária principiante não respondeu ou não se pronunciou à fala da direção, ou seja, assumindo de forma passiva a cobrança recebida mesmo compreendendo que não era sua responsabilidade. Esse comportamento passivo foi denominado por Lacey (1977 apud FLORES, 2004) de submissão estratégica, o que acarreta isolamento dos professores principiantes e tentativa de adaptação, mesmo adotando posturas que discordem devido às condições como são recebidos pelos pares e a direção.

A segunda situação, identificada em nosso estudo, também de natureza institucional e pessoal, ocorreu com outra estagiária/principiante [EP8] que com muita dificuldade comentou com uma das pesquisadoras que realizava o acompanhamento (uma das atividades do programa de inserção à docência PAPIC) que não se sentia bem em relação ao professor supervisor de estágio da escola. Ela afirmou que ele, ao invés de fazer com que os alunos a respeitassem, participava das brincadeiras que os alunos realizavam com ela. A estagiária/principiante se sentiu constrangida, desconfortável e disse que não estava gostando da experiência de estágio. Afirmou ainda que preferia largar a profissão e até o curso, a continuar o estágio naquela situação, que foi mencionada por ela como traumática.

Ao tomar consciência da situação, a orientadora de estágio da universidade, que também é uma das pesquisadoras deste estudo e coordenadora do programa de inserção à docência PAPIC, sugeriu a troca do professor supervisor de estágio e escolheu uma professora supervisora de estágio da escola (que também participava do PAPIC).

Perante o reconhecimento de como as primeiras experiências no início da carreira

impactam a constituição docente e a permanência na carreira, a atitude de troca de professor supervisor de estágio se mostrou eficiente e importante, pois, antes de o estágio terminar, a estagiária/principiante [EP8], afirmou que estava gostando da profissão pela experiência com a outra professora supervisora e que, por esse motivo, não desistiu de ser professora e de terminar o curso.

Esse tipo de situação que ocorreu com a estagiária principiante [EP8] pode ocorrer com frequência nos estágios e pode ser difícil de identificar, pois há o sentimento de constrangimento que dificulta ao estagiário comentar sobre a experiência. Associado à submissão estratégica de passividade de principiantes na carreira é importante que esses temas sejam discutidos com os estagiários/principiantes, com os pares e direção da escola, antes que os estagiários sejam inseridos em atividades de estágio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas sobre a fase de iniciação na carreira docente, desde a década de 1980, vêm evidenciando a importância que as vivências dessa etapa têm para a constituição e o desenvolvimento profissional dos professores principiantes, bem como para a permanência na carreira. Desse modo, os programas de inserção na docência têm sido desenvolvidos e implantados em vários países com o objetivo principal de propiciar apoio pessoal e profissional aos professores principiantes. A demarcação de quando se dá o início da carreira docente varia de acordo com os autores e de acordo com o contexto de inserção do professor. Assim, o estágio supervisionado propicia vivências iniciais da carreira expondo os licenciandos às dificuldades da fase de iniciação à docência com algumas diferenças entre professores principiantes que concluíram a graduação.

As vivências iniciais da carreira e as influências delas sobre os estagiários precisam ser mais discutidas e refletidas, pois impactam na formação inicial e no desenvolvimento profissional desses futuros professores. Além disso, é preciso que tanto os estagiários quanto aqueles que estejam envolvidos com eles tenham conhecimento sobre os aspectos teóricos e epistemológicos da fase inicial da carreira docente para propiciar o apoio pessoal e profissional e as condições para uma entrada na carreira docente menos traumática.

Os participantes deste estudo, estagiárias/principiantes na carreira evidenciaram algumas das dificuldades vivenciadas no início da carreira docente e o apoio que receberam por meio da participação no programa de inserção à docência PAPIC se mostrou importante para a diminuição de tensões comuns desse período. Propiciou o reconhecimento das características dessa etapa da carreira pelos estagiários, auxiliou na realização do estágio supervisionado, colaborando para orientar e supervisionar melhor os estagiários, considerando as influências do início da carreira docente e colaborou para repensarmos a prática de estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Universitário do Araguaia.

O estagiário precisa receber mais apoio pessoal nessa fase da formação inicial, e, como professores e pesquisadores, precisamos pensar para além das questões teóricas, metodológicas e burocráticas do estágio supervisionado, pois há um ser humano vivenciando medos, tensões, angústias que podem ser amenizadas com a nossa interferência e conhecimento.

As experiências e reflexões da pesquisa associadas aos benefícios do programa de inserção à docência PAPIC com estagiários propiciou e tem propiciado pensarmos em modificações e adaptações, que já foram inseridas na prática de estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Mato Grosso – Campus Universitário do Araguaia. Uma delas foi a incorporação da discussão e reflexão sobre os aspectos do início da carreira docente com os estagiários e com aqueles que estão envolvidos com eles (professores supervisores e orientadores, coordenadores e diretores). Além disso, como o início da carreira docente é um momento no qual o indivíduo se sente mais isolado, os estágios supervisionados passaram a ter opção de serem realizados em duplas. Essa prática tem demonstrado suprir um pouco do sentimento de insegurança comum nesse período de iniciação na carreira.

Outro aspecto que modificamos no estágio supervisionado foi a conscientização e não obrigatoriedade de que os estagiários permaneçam nas salas de professores, uma vez que é reconhecido pela literatura e pelas pesquisas que a socialização profissional com os pares é uma das dificuldades do início da carreira que não é comum e pode ser evitada no estágio, pois os estagiários não possuem vínculo empregatício com a escola e nem são cobrados e responsabilizados pela administração escolar. Além disso, como salienta Huberman (1995) os estagiários vivenciam na fase de iniciação à docência uma maior motivação diferentemente da “curva de desencanto” que pode ocorrer à medida que os professores avançam nas fases da carreira docente. A escolha dos supervisores de estágio tem sido mais flexível e temos aceitado melhor a necessidade de trocas.

A orientação de estágio agora se preocupa também com os aspectos das vivências do início da carreira docente. A pesquisa remete a um olhar mais humanizado para os sentimentos que os estagiários vivenciam e um cuidado maior com suas experiências no contexto escolar, aumentando e reafirmando a necessidade de aproximação entre escola e universidade, do estabelecimento de uma cultura de diálogo e de ações integrativas.

Como perspectivas futuras, entedemos ser importante divulgar o conhecimento dessa pesquisa para poder promover um apoio pessoal e profissional melhor aos estagiários/principiantes na carreira docente. A divulgação desses conhecimentos além de se efetivar por meio de publições em revistas científicas e eventos é necessário pesquisar como promover esse apoio pessoal e profissional, com mais aprofundamento em pesquisas sobre o processo e programas de inserção na carreira docente.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Bolsa de Iniciação Científica – Brasil.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso em Pesquisa e Avaliação Educacional.** Brasília: Líber Livro Editora, 2005. 68 p. (Série Pesquisa, v.13).

ANDRÉ, M. Políticas de iniciação à docência para uma formação profissional qualificada. In.: **Práticas inovadoras na formação de professores**. ANDRÉ, M. (org.). Campinas: Papirus, 2016. p. 49-70. (Prática Pedagógica)

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.

BEACH, R; PEARSON, D. Changes in Preservice Teachers' Perceptions of Conflicts and Tensions. **Teaching & Teacher Education,** v. 14, n. 3, p. 337-351, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP. nº. 2**, de 20 de dezembro de 2019. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file> Acesso em 14 de novembro de 2020.

CANÁRIO, R. A prática profissional na formação de professores. In.: CAMPOS, B. P. (org.). **Formação profissional de professores no ensino superior**. Porto: Porto Editora. 2002. p. 31-45.

CARVALHO, A. M. P. A influência das mudanças da legislação na formação dos professores: as 300 horas de estágio supervisionado. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p. 113-122, 2001.

FEIMAN-NEMSER, S. From Preparation to Practice: Designing a Continuum to Strengthen and Sustain Teaching. **Teachers College Record,** v.103, n. 6, p.1013-1055, 2001.

FLORES, M. A. Induction and Mentoring. Policy and Practice. In.: DANGEL. J. R. **Research on Teacher Induction.** Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield Education, 2006. p. 37-66,

FLORES, M. A. La investigación sobre los primeiros años de enseñanza: Lecturas e Implicaciones. In.: GARCIA, Carlos Marcelo. (Coord.). **El profesorado principiante.** Inserción a la docência. Barcelona: Editora Octaedro, 2008. p. 59-98.

FLORES, M. A. Os professores em início de carreira e o seu processo de mudança: influências e percursos. **Revista de Educação**, v. XII, n. 2, p. 107-118, 2004.

FLORES, M. A.; DAY, C. Contexts which shape and reshape new teachers' identities: A multi-perspective study. **Teaching and Teacher Education**, v. 22, n. 2, 219-232, 2006.

FLORES, M. A.; FERREIRA, F. I. The Induction and Mentoring of New Teachers in Portugal: contradictions, needs and opportunities. **Research in Comparative and International Education**, v. 4, n. 1, p. 63-73, 2009.

GARCIA, C. M. **El profesorado principiante.** Inserción a la docência. Barcelona: Editora Octaedro, 2008. p.296.

GARCIA, C. M. **Formação de Professores.** Para uma mudança educativa. Porto: Porto Editora, 1999. p.109-132.

GOLD, Y. Beginning teacher support. Attrition, mentoring and induction. In.: SIKULA, J.; BUTTERY, T.; GUYTON, E. (eds.). **Handbook of Research on Teacher Education.** 2. ed. New York: Macmillan, 1997. p. 548-594.

GOODSON, I. F. **Conhecimento e Vida Profissional.** Estudos sobre educação e mudança. Porto: Editora Porto. 2008. 240p.

GOODSON, I. F. Dar Voz ao Professor: As Histórias de Vida dos Professores e o seu Desenvolvimento Profissional. In: NÓVOA, A. (org.). **Vidas de Professores.** 2. ed. Porto: Porto Editora, 1995. p. 63-78.

GUARNIERI, M. R. **Tornando-se professor:** o início na carreira docente e a consolidação da profissão**.** Tese Doutorado em Educação. Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996. 149 p.

HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (org.). **Vida de professores.** 2. ed. Porto: Porto Editora, 1995. p. 31-78.

KAGAN, D. M. Professional Growth among Preservice and Beginning Teachers. **Review of Educational Research,** v. 62, n. 2. p. 129-169, 1992

LIMA, E. F. et al. Sobrevivendo ao início da carreira docente e permanecendo nela. Como? Por quê? O que dizem alguns estudos. **Educação e Linguagem**, v.10, n.15, p.38-160, jan-jun 2007.

LIMA, E. F. et al. Sobrevivendo ao início da carreira docente e permanecendo nela. Como? Por quê? O que dizem alguns estudos. **Educação e Linguagem**, v.10, n.15, p.38-160, jan-jun 2007.

LIMA, E. F. **Sobrevivências.** No início da Docência. Brasília: Líber Livro Editora, 2006. 104 p.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de química professor/pesquisador.** 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2003. 424 p. (Coleção educação em química).

MARIANO, A. L. S. O início da docência e o espetáculo da vida na escola: abrem-se as cortinas. In: LIMA, Emília de Freitas (org.). **Sobrevivências.** No início da Docência. Brasília: Líber Livro Editora, 2006. p. 17-26.

MELLADO, V. The Classroom Practice of Preservice Teachers and their Conceptions of teaching and learning Science. **Science Teacher Education,** v. 82, n. 2, p. 197-214, 1998.

MONTALVÃO, E. C.; MIZUKAMI, M. G. N. Conhecimento de futuras professoras das séries iniciais do ensino fundamental: Analisando situações concretas de ensino e aprendizagem. In.: MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R. (orgs.). **Formação de professores: práticas pedagógicas e escola.** São Carlos: EdUFScar 2002. p. 101-126.

MORGADO, J. C. **O Estudo de Caso na Investigação em Educação**. Portugal: De Facto Editores, 2013.

PENA, G. B. O. **O início da docência:** vivências, saberes e conflitos de professores de química. Dissertação Mestrado em Química. Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010. 215p.

PENA, G. B. O.; MESQUITA, N. S. A. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de Química (PCKC): Conhecimento profissional específico para a docência em Química. In.: FALEIRO, W.; VIGÁRIO, A. F.; FELICIO, C. M. (orgs.). **Entre fios e tramas da formação inicial e continuada de professores.** Goiânia: Kelps, 2020. p. 304-329. Disponível em: < https://www.kelps.com.br/wp-content/uploads/2020/03/entre-fios-e-tramas_ebook.pdf>. Acesso em: 04 de setembro de 2020.

PENA, G. B. O.; SILVEIRA, H. E.; GUILARDI, S. A dimensão institucional no processo de socialização de professores de química em início de carreira. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, mai-ago., p. 1-16, 2010. Disponível em: < https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3980/2544> Acesso em: 15 de novembro de 2020.

SILVESTRE, M. A. Práticas de estágio no programa de Residência Pedagógica da UNIFESP/GUARULHOS. In.: **Práticas inovadoras na formação de professores**. ANDRÉ, M. (org.). Campinas: Papirus, 2016. p. 147-164. (Prática Pedagógica)

SMETHEM, L.; ADEY, K. Some effects of statutory induction on the professional development of newly qualified teachers: a comparative study of pre- and post-induction experiences. **Journal of Education for Teaching,** v.31, n. 3, p. 187-200, 2005.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem no trabalho no magistério. **Educação e Sociedade**, Campinas, n. 73, p.209-244, 2000.

VEENMAN, S. El proceso de llegar a ser professor: um análisis de la formacion inicial. In: VILLA, A. (org.). **Perpectivas y Problemas de la function docente**. Madrid: Narcea, 1988. p. 39-68.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZEICHNER, K. Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidades. **Educação,** v.35, n.3. p. 479-504. 2010.

CAPÍTULO 10

ESTUDO DE CASO DO PRIMEIRO CONTATO DE ALUNOS DO PRIMEIRO PERÍODO DA ESCOLA DE QUÍMICA DA UFRJ COM A EXECUÇÃO DE UM PROJETO EM QUÍMICA VERDE

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 18/03/2022

Marcelo Ferreira de Souza Alves
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
http://lattes.cnpq.br/4848780999808329

Wendell Faria de Oliveira
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
Orcid: 0000-0001-7817-3049

João Pedro Júlio Torres Ferraz
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
Orcid: 0000-0001-7010-2182

Richard de Araujo França
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
Orcid: 0000-0001-6118-8244

Marcello Moreno Vieira Trocado
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
Orcid: 0000-0002-6063-8116

Tatiana Felix Ferreira
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
http://lattes.cnpq.br/9305189616403797

Peter Rudolf Seidl
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
http://lattes.cnpq.br/3991220273958363

RESUMO: À medida que são divulgadas novas informações sobre os impactos das recentes mudanças climáticas, o emprego de recursos fósseis é cada vez mais contraindicado. Porém, seu uso cresce e emissões globais de CO2 continuam com projeções de alta (JACKSON *et al.*, 2019). A atuação efetiva de governos parece ter sido deixada para o futuro sendo por vezes amparada em negacionismo (STEVENS, 2020). Assim, as sociedades (HOLMBERG e ALVINIUS, 2020) e, por elas pressionadas, empresas ganham destaque na busca de soluções. Este trabalho aborda um estudo de caso preparado por alunos do primeiro período da Escola de Química (UFRJ) que, estimulados à independência, mas com supervisão, travaram seu primeiro contato com a elaboração de um projeto científico. A metodologia os estimulou e instigou a excelentes resultados no seu primeiro contato com a profissão.
PALAVRAS-CHAVE: Ensino de química; Didática; Química Verde.

A CASE STUDY OF THE INITIAL CONTACT OF FRESHMEN AT THE UFRJ SCHOOL OF CHEMISTRY WITH A GREEN CHEMISTRY PROJECT

ABSTRACT: As new information on the impacts of recent climate change is published, the use of fossil resources is further contra-indicated. However, their use is still growing, and higher emissions of CO2 are estimated (JACKSON et al., 2019). Effective action by governments seems to have been postponed, being frequently based on denial (STEVENS, 2020). Thus, societies (HOLMBERG e ALVINIUS, 2020) and, under

their pressure, companies play an important role in the search for solutions. In this work, we present a case study of first semester freshmen at the UFRJ School of Chemistry who, under supervision, but stimulated to act independently, were subjected to their first experience with a scientific project. The approach presented here encouraged and instigated them and led to excellent results in their first contact with the profession they chose.
KEYWORDS: Teaching Chemistry; Didactics; Green Chemistry.

INTRODUÇÃO

O curso de Química Industrial foi o primeiro a ser introduzido na recém-fundada Escola Nacional de Química (ENQ), em 1933. As grandes mudanças que ocorrem em nível mundial no desenvolvimento da indústria química, em escalas de produção e ampliação das atividades da química em novos setores industriais, representam uma demanda de profissionais da química com perfis diversificados e melhor preparados para enfrentar essas mudanças. Um(a) profissional com tais características é o Químico Industrial da Escola de Química da UFRJ, sucessora da ENQ. Sua formação requer, além de menos tempo em salas de aula, uma mudança de atitude do aluno(a), levando-o(-a) a adotar posturas mais próximas ao profissional da indústria. Trabalho em equipe e abordagem das questões em termos do "negócio" da empresa foram considerados da mais alta prioridade neste quesito (SEIDL *et al*., 2000).

Nesse contexto, 6 alunos do primeiro período na Escola de Química-UFRJ receberam a tarefa de estudar "Substitutos para o petróleo na cadeia química". Mesmo com os desafios pela necessidade de adoção do sistema remoto (C&EN, 2021), os alunos foram orientados por um professor e um tutor, aluno da pós-graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos (UFRJ), e estimulados a fazer suas descobertas iniciais sobre o tema e, então, propor soluções mais especificas. O objetivo principal é capacitá-los nas etapas necessárias ao desenvolvimento de um projeto. Seu progresso foi tal que estimulou a divulgação deste estudo de caso.

METODOLOGIA

Como requisito à aprovação na disciplina EQW112 da Escola de Química (UFRJ), um grupo de 6 alunos do primeiro período recebeu a tarefa de elaborar um trabalho sobre "Substitutos para o petróleo na cadeia química" acompanhados de um professor e um tutor.

O objetivo principal da atividade é que, ao seu término, os alunos estejam capacitados nas etapas necessárias ao desenvolvimento de um projeto. Inicialmente, foi verificado se os alunos possuíam conhecimentos básicos de química e de inglês para acessarem o portal de Periódicos Capes, ao qual todos possuem acesso pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Uma vez que demonstraram estas condições, forem apresentados a como realizar buscas na literatura científica. Inicialmente, discutiu-se a escolha de palavras

e suas combinações (como o uso de conectivos “AND”, “OR” e “NOT”) para facilitar o encontro de trabalhos de interesse. Na sequência, abordou-se o uso de métricas para avaliar a relevância de periódicos e artigos, como o fator de impacto e número de citações.

Nas 4 semanas seguintes, foram realizados encontros semanais online tanto apenas entre os alunos quanto entre os 8 envolvidos para discutir o progresso realizado e os próximos passos. Pró-memórias de reunião foram elaboradas para documentação do progresso e os alunos foram orientados a elaborar pequenos relatórios semanalmente de suas buscas para treinarem a escrita científica e conexão de informações. Os alunos foram estimulados a fazer suas próprias descobertas no assunto e propor refinamento do tema inicialmente proposto, tópicos a serem abordados e cronograma.

Após validação da proposta por parte do professor e tutor, os alunos elaboraram um trabalho escrito sobre o tema pesquisado em formatação ABNT e um vídeo de apresentação. Cada uma dessas entregas compõe 40% da nota da disciplina e são avaliados por uma banca externa. Os 20% restantes são fruto do engajamento demonstrado e é avaliado pela professora responsável da disciplina em contato com professor e tutor.

RESULTADOS

A maioria das referências consultadas nas primeiras buscas dos alunos foram websites e blogs e, embora muitas informações úteis ao tema tenham sido encontradas, os alunos ainda não tinham ciência do poder em sua posse. Portanto foi sugerida a leitura de trabalhos do tipo resenha (*review).*

Nas buscas subsequentes, os relatórios elaborados melhor conectavam informações e a cana de açúcar foi abordada pela maioria dos alunos. Assim, estimulou-se o questionamento sobre a matéria prima. Os alunos apresentaram, então, múltiplos dados de órgãos governamentais e empresas, evidenciando complementação do conhecimento científico com dados de mercado.

À luz do panorama de uso da cana de açúcar (IBGE, 2017) e das crescentes demanda e oferta mundiais de eteno (IEA, 2020), sugeriram o tema “Uso da cana de açúcar para produção de polietileno verde”, que foi aprovado. Contudo, foi percebida falta do principal componente nos tópicos propostos: sustentabilidade.

Voltou-se a uma etapa anterior os questionando o porquê de usar a cana ao invés de maiores investimentos em fósseis. Estimulados e intrigados, realizaram relevantes pesquisas sobre sustentabilidade, motivando a elaboração do presente estudo de caso.

Na sequência, os alunos organizaram o trabalho abordando o cenário atual do uso de petróleo, aspectos do cultivo e processamento da cana para geração de álcool e processamento do etanol para produção de polietileno. Foram abordados aspectos mercadológicos e de sustentabilidade, incluindo avaliação do ganho em sustentabilidade nas alternativas propostas; os alunos foram apresentados e consideraram os conceitos de

pegadas e avaliação do ciclo de vida.

Dos seis alunos envolvidos, cinco demonstraram desempenho esperado na execução dos trabalhos. Dentre eles, três seguem em iniciação científica na área de química verde e já desenvolveram e apresentaram outros trabalhos.

Ao expandir a avaliação para a disciplina EQW112 no primeiro semestre de 2021 como um todo, 91,7% dos alunos avaliaram o aprendizado com notas 4 ou 5, em escala de 1 a 5. Também com 4 e 5, cerca de 80% dos alunos avaliaram as interações com professores e tutores da disciplina.

CONCLUSÕES

O presente estudo de caso revelou excelentes resultados ao adotar abordagem de estimular autonomia, mas com supervisão semanal, no primeiro contato de alunos do primeiro período da Escola de Química da UFRJ com a execução de um projeto de pesquisa. Os alunos estudaram o uso de cana de açúcar para produção de etanol e polietileno avaliando aspectos mercadológicos, técnicos e de sustentabilidade, destacando possíveis otimizações que tornem a alternativa ainda mais verde. Com a metodologia, alunos demonstraram rápido desenvolvimento e anseio por conhecimento. Em paralelo, professor e tutor avaliam extensão do presente estudo de caso para avaliação de outras propostas em química verde e da metodologia adotada no maior estímulo e contato dos alunos com a profissão.

REFERÊNCIAS

Chemical & Engineering News (C&EN). **How the pandemic changed the industrial chemistry workplace.** American Chemical Society. 1 de Fevereiro de 2021. Disponível em: < https://cen.acs.org/careers/employment/pandemic-changed-industrial-chemistry-workplace/99/i4?utm_source=Newsletter&utm_medium=Newsletter&utm_campaign=CEN> . Acesso em 23 de Setembro de 2021.

HOLMBERG, Arita; ALVINIUS, Aida. **Children's protest in relation to the climate emergency: A qualitative study on a new form of resistance promoting political and social change**. Childhood, v. 27, n. 1, p. 78-92, 2020. DOI: 10.1177/0907568219879970

IEA. **Annual capacity/demand growth for ethylene, 2015-2020**. IEA. Paris. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/annual-capacity-demand-growth-for-ethylene-2015-2020>. Acesso em 22 de Setembro de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **A Geografia da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro, 2017.

JACKSON, R. B. et al. **Persistent fossil fuel growth threatens the Paris Agreement and planetary health**. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 12, p. 121001, 2019. DOI: 10.1088/1748-9326/ab57b3

SEIDL, P. R. et al. **Química industrial: uma nova disciplina introdutória**. **Revista de Química Industrial (RQI)**, n.716., p. 10-14, 2000.

STEVENS, Bronwyn. **Climate emergency, covid-19: Introduction to 'global emergency'**. **Social Alternatives**, v. 39, n. 2, p. 5-9, 2020.

CAPÍTULO 11

A IMPORTÂNCIA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ENSINO APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO PIC-JR PARA A FORMAÇÃO DOS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Data de aceite: 01/05/2022
Data de Submissão: 18/03/2022

Ana Nery Furlan Mendes
Universidade Federal do Espírito Santo, campus São Mateus.
São Mateus – Espírito Santo
http://lattes.cnpq.br/8266113579775016

Drielly Goulart
Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Paulo Grobério
Jaguaré - Espírito Santo.
http://lattes.cnpq.br/5539505501175780

RESUMO: A Iniciação Científica na formação inicial é uma ferramenta importantíssima para o desenvolvimento do conhecimento científico e crítico, com seus impactos no âmbito social e escolar. Essa pesquisa visa evidenciar a relevância da participação de alunos da educação básica na pesquisa científica, buscando identificar as contribuições para o crescimento do seu conhecimento químico e social. As reflexões feitas são baseadas em análises de relatos obtidos através de questionários, que foram aplicados com os alunos de escolas públicas estaduais da cidade de São Mateus - ES, que já foram bolsistas do Programa de Iniciação Científica Júnior voltados para área de química. Com os resultados obtidos percebeu-se que, a participação dos alunos no programa proporcionou para eles um crescimento intelectual e amadurecimento no trabalho em equipe, além de ampliar conhecimentos e possibilitar novas vivências. Além disso, o projeto despertou nos alunos um interesse em cursar o ensino superior.
PALAVRAS-CHAVE: Formação científica, Ensino de Química, Formação Cidadã.

THE IMPORTANCE OF SCIENTIFIC INITIATION FOR TEACHING AND LEARNING CHEMISTRY: CONTRIBUTIONS OF THE PIC-JR PROJECT TO THE EDUCATION OF BASIC EDUCATION STUDENTS

ABSTRACT: Scientific Initiation in initial education is an extremely important tool for the development of scientific and critical knowledge, with its impacts on the social and school spheres. This research aims to highlight the relevance of the participation of basic education students in scientific research, seeking to identify the contributions to the growth of their chemical and social knowledge. The reflections made are based on analyses of reports obtained through questionnaires, which were applied to students from state public schools in the city of São Mateus - ES, who have already been scholarship holders of the Junior Scientific Initiation Program focused on the area of chemistry. The results obtained showed that the students' participation in the program provided them with intellectual growth and maturity in teamwork, in addition to expanding knowledge and enabling new experiences. Furthermore, the project has awakened in the students an interest in pursuing higher education.
KEYWORDS: Scientific education, Chemistry Teaching, Citizen education.

1 | INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade tem-se discutido a ideia de “aluno pesquisador”, como princípio educativo, evidenciando uma necessidade da formação de alunos capazes de selecionar as informações e de realizar pesquisas. Segundo Moura, Barbosa e Moreira (2008) a ideia de “aluno pesquisador” remonta ao início dos estudos de Dewey e Kilpatrick e a chamada “pedagogia de projeto”. Com a influência desses pesquisadores, juntamente com o educador brasileiro Anísio Texeira, essas ideias tiveram uma grande relevância para gerar aprendizagem, além de trabalhar com a reconstrução de conhecimentos existentes. Sendo assim, o uso da metodologia utilizando a pesquisa, visa à aprendizagem de procedimentos e ao desenvolvimento de habilidades para tratar informações e dados para o avanço da Iniciação Científica no Brasil, pois a combinação da ideia de “aluno pesquisador” e as propostas de incentivo à educação em ciências permearam o movimento de realização das feiras de ciências, realizadas no espaço escolar, dedicado a incentivar as atividades de pesquisa por parte dos alunos da educação básica das escolas públicas.

A proposta da escola nova está baseada na Pedagogia de Projetos e a implementação desse projeto tem como foco o incentivo a pesquisa, com um ensino mais contextualizado e mais centrado na formação de habilidades de raciocínio, ao contrário do ensino tradicional que já estamos acostumados, que se baseia na memorização e mecanização (SOUZA, SOUZA, 2011). Os alunos são estimulados a realizar projetos científicos expondo-os nas feiras, fazendo uso de suas próprias ideias ou de um tópico preparado pelo instrutor para investigar problemas científicos que lhe interessem.

A chamada Pedagogia de Projetos é uma organização curricular em que os alunos são instigados a analisar a realidade, através das relações entre as áreas de conhecimentos com um referencial integrador do trabalho interdisciplinar, além de ser um caminho que pode trazer melhorias no processo de ensino aprendizagem no ensino de química (HERNÁNDEZ, VENTURA, 1998; MENEZES, FARIA, 2003). De acordo com Silva e colaboradores (2008), ao se trabalhar os conteúdos de química por projetos abre-se uma concepção real para que o aluno tenha mais autonomia e seja o protagonista de sua aprendizagem.

Em face do exposto, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) proporciona a oferta de programas a estudantes de ensino médio e superior que incentivam e permitem a formação de cientistas brasileiros através da pesquisa. Uma das Iniciações Científicas oferecidas pelo CNPq é o Programa de Iniciação Científica Júnior (PIC-Jr) que é destinado para escolas públicas e abrange estudantes de Ensino Médio, por meio da concessão de bolsas em parcerias com entidades estaduais ligadas ao incentivo à pesquisa Fundações de Amparo à Pesquisa ou Secretarias Estaduais (Fapes) e outras instituições.

Neste trabalho buscou-se investigar a contribuição e relevância da pesquisa na

vivência escolar e social de alunos participantes de alguns projetos de Iniciação Científica Júnior (PIC-Jr) da área de química ofertados pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), desenvolvidos em escolas públicas do município de São Mateus - ES. Considerando que a pesquisa científica seja um instrumento de muita importância para o desenvolvimento do pensamento crítico, para a propagação de novos conhecimentos, podendo ter uma melhora na postura e visão como estudante e cidadão, propomos com este trabalho responder ao seguinte questionamento: Quais as potencialidades do PIC-Jr de química para a formação dos alunos do ensino médio e no ensino aprendizagem de química? Para responder este questionamento, tem grande importância uma organização de inquéritos padronizados com o intuito de identificar os efeitos da Iniciação Científica à aprendizagem dos temas de química, nas contribuições para sua rotina na escola, na formação do estudante e na comunidade em que está inserido.

Iniciação Científica no Ensino de Química e Ensino Médio

Como apresenta Marcondes (2014, p. 2): "A escola, nos moldes em que se apresenta hoje, de modo geral, está longe de permitir ao estudante de ensino fundamental ou médio de se aproximar de uma verdadeira produção científica". Não sendo possível realizar tais perspectivas no ensino médio, percebe-se que a iniciação científica segue rumo somente ao ensino superior. Silva (2000), afirma que os conflitos associados a definição da identidade e do papel da universidade ao longo da história, refletem nas relações de ensino e pesquisa. Uma vez que ainda existe a ideia de que pesquisa só se faz na graduação ou no ambiente universitário, isso reflete diretamente no conceito geral de ensino, limitando a expansão do exercício da pesquisa, perdendo um largo caminho e indispensável terreno de descobertas e aprendizagem de saberes a serviço do ser humano.

Neste entendimento os Projetos de Iniciação Científica têm grande importância dentro do campo da educação, antenada nessa nova tendência e focando no desenvolvimento e na promoção de estratégia, que visem a formação de indivíduos produtores de conhecimento capazes de buscar e ampliar conhecimentos por si próprios. Todavia, é possível perceber no contexto acadêmico que muitos estudantes quando ingressam na universidade possuem certa dificuldade para participar destes projetos. De acordo com Oliveira e colaboradores (2006), caso o estudante entre na universidade ciente do que se trata um projeto de iniciação científica, seria mais fácil a implementação da pesquisa nas universidades e, a escolha de alunos para projetos de pesquisas. Por esse motivo, é indispensável proporcionar discussões e visibilidade sobre a contribuição da iniciação científica na vivência dos alunos de ensino médio.

Silva e colaboradores (2008) utilizaram a pedagogia de projetos para ensinar conteúdos químicos a partir do tema "água". Além dos conceitos, o projeto buscou também relacionar a química enfatizando os aspectos sociais, ambientais, econômicos, tecnológicos e conceituais necessários para o entendimento do tema relacionado às questões locais e

globais, sendo que nos encontros em sala de aula foram elaborados discussões e debates com leitura e visualização relacionados ao tema.

No projeto elaborado por Ribeiro (2013) observa-se que o autor fez uma abordagem voltada para a investigação, em que os discentes envolvidos eram da 2ª e 3ª série do Ensino Médio. Para iniciar, foi realizado um levantamento de materiais de estudo em livros, páginas da web e artigos voltados a pesquisa científica, bem como sua importância para o desenvolvimento dos estudantes, com o intuito de obter suporte teórico necessário a essa pesquisa. Os envolvidos tiveram que apresentar seminários, palestras e promover debates relacionados à pesquisa proposta. E assim o autor concluiu que:

> É válido ressaltar também que através desse estudo pude confirmar a enorme importância da pesquisa e da experimentação para elevar o nível de aprendizado na área da química de alunos do ensino médio e verificaremos um melhor desempenho desses educandos no que se refere ao conhecimento de projetos científicos, observações de fenômenos e capacidade de resolvê-los a partir da experimentação (RIBEIRO, et al, 2013).

Meyer e colaboradores (2018) criaram um trabalho que foi caracterizado como uma iniciação científica, no qual os alunos aprenderam sobre a metodologia científica a nível de graduação. Este trabalho teve como tema gerador a construção de um aparato experimental de baixo custo e de materiais de fácil aquisição para o estudo da Lei de Lambert-Beer. O projeto envolveu a relação entre Química e Física, abordando um tema não trabalhado no ensino médio, mas que pudesse ser de fácil entendimento aos alunos, neste caso a Lei de Lambert-Beer. O trabalho foi desenvolvido nos mesmos moldes da iniciação científica, segundo Meyer e colaboradores com as seguintes etapas: 1) Realização de reuniões periódicas com os alunos para o estudo das referências bibliográficas; 2) Ajuda na construção do aparato experimental; 3) Realização do experimento: preparação das amostras, manipulação dos dados e interpretação dos resultados; 4) Apresentação dos alunos aos pais e comunidade na Semana de Filosofia do Colégio; 5) Elaboração do Pôster e resumo para a inscrição dos alunos no Simpósio dos Profissionais de Ensino de Química (SIMPEQ) do Instituto de Química da UNICAMP; 6) Apresentação dos alunos no SIMPEQ; 7) Elaboração de artigo científico. Na seção que o autor destinou para expor as percepções dos alunos sobre o desenvolvimento deste trabalho, um dado interessante que obtiveram foi a observação de que 3 alunos comentaram em seguir carreiras científicas (2 na Física e 1 na Química). Com isso, pode-se perceber que, de certa forma, a pesquisa científica criada por esses pesquisadores teve uma influência na escolha da carreira acadêmica desses alunos. O trabalho também evidenciou que a experimentação é uma ferramenta que agrega valores ao aprendizado dos alunos, como afirma os autores:

> A participação dos alunos do ensino médio no processo de construção do aparato experimental permitiu o envolvimento por completo no processo de construção do ensino-aprendizagem através do método experimental, uma vez que os alunos vivenciaram os problemas e desafios da elaboração de

> um experimento, não encontrando respostas prontas, mas desafios naturais desse processo (MEYER, et al, 2018).

O projeto para a formação dos alunos do ensino médio na aprendizagem dos conteúdos de química teve impacto significativo na vida social dos alunos participantes, que julgaram em depoimento que os projetos tiveram muita importância em sua vivência social e familiar, devido aos temas estarem ligados a problemas de cunho social, ambiental, econômico e políticos da Ciência e da Tecnologia. Através da execução das estratégias de ensino, usando a iniciação científica, afirmaram que facilitou a buscar possíveis soluções e mostrar de que forma esse estudo afeta na vida social das pessoas.

Participar de um projeto de pesquisa facilita a aprendizagem por proporcionar aos alunos do ensino médio a capacidade de relacionar os conteúdos com sua realidade para que seja possível julgar, criticar e questionar as informações divulgadas nas mídias, na escola e no meio de convívio social. Também promove a formação da cidadania que reflete e interage com a sociedade de forma autônoma (SALOMÃO et al., 2010). Para Richardson (1999), pesquisa é um processo de construção do conhecimento que tem por objetivo gerar novos conhecimentos ou refutá-los, constituindo-se num processo de aprendizagem tanto do indivíduo que a realiza, quanto da sociedade, na qual está se desenvolve.

2 | METODOLOGIA

A presente pesquisa, classificada como qualitativa e exploratória, teve a participação de alunos do ensino médio, todos ex-bolsistas de projetos PIC-Jr da Fapes, da área da Química desenvolvidos no campus São Mateus da Universidade Federal do Espírito Santo. A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um questionário contendo perguntas abertas e fechadas, com a intenção de conhecer a percepção dos alunos sobre o projeto PIC-Jr de química em que participavam e as contribuições para a sua formação. Os questionários foram disponibilizados via plataforma Google Forms e encaminhado para 33 ex-bolsistas, devido a pesquisa ter sido realizada após a conclusão dos projetos. Desses 33 questionários enviados 24 foram devolvidos, no período entre junho e outubro de 2019. O Quadro 1 apresenta a distribuição relativa dos respondentes por cada projeto da área de química contemplado com seus respectivos editais.

As respostas dos alunos fornecidas nos questionários foram analisadas seguindo o método indutivo, que é um método responsável pela generalização, pois parte-se de algo particular para uma questão mais ampla. Para Marconi e Lakatos (2003, p. 86):

> "Indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam".

Projeto	Temática dos Projetos	Total de Bolsistas	Enviados	Devolvidos
Edital Fapes nº 14/2016	Remoção de Corantes Orgânicos de Efluentes Aquosos Utilizando Resíduos da Agroindústria como Biossorventes	20	17	14
Edital Fapes nº 01/2014	Uso de Adosrventes Naturais para Purificação do Óleo de Fritura Visando a Produção de Biodiesel	10	2	1
Edital Fapes nº 14/2016	Estudo da Quantificação do Teor de Álcool em Bebidas pelos Alunos do Ensino Médio do Município de São Mateus/ES	10	5	4
Edital Fapes nº 01/2014	Investigação das Características Hidroquímicas das águas de abastecimento público em São Mateus/ES	10	10	5
Total	4	50	33	24

Quadro1: Distribuição dos respondentes selecionados pelos editais da Fapes.

Fonte: Autoria Própria.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar e identificar os impactos da participação dos alunos nos projetos PIC-Jr de química, foi realizada, após a participação destes no programa, a aplicação de um questionário que contou com questões que abordaram três dos objetivos principais dessa pesquisa: a) contribuições no processo ensino aprendizagem de química; b) impactos na vida social; c) motivação ao ingresso no ensino superior. A seguir apresentamos os resultados obtidos da análise dos questionários.

3.1 Contribuições no processo ensino aprendizagem de química

Com o objetivo de analisar as contribuições do PIC-Jr na aprendizagem da disciplina de química, durante as aulas na escola em que os alunos estudavam, observamos pelos depoimentos transcritos, apresentados no Quadro 2, que na percepção dos estudantes o projeto ajudou muito no desempenho escolar da disciplina. Através dos depoimentos podemos verificar a importância da pesquisa e da experimentação para elevar o nível de aprendizado na área da química de alunos do ensino médio e verificamos um melhor desempenho desses alunos no que se refere ao conhecimento de projetos científicos, observações de fenômenos e capacidade de resolvê-los a partir da experimentação (LIMA et al, 2017).

Diante das respostas dos participantes, percebeu-se que houve uma mudança considerável na postura dos alunos mostrando um maior interesse pela química e, com isso, ficaram motivados a aprender sobre essa disciplina e perceber que ela não é tão

complexa e difícil como eles imaginavam. Também foi possível observar que despertando esse interesse os alunos acabaram apresentando um aumento no interesse pelos estudos e foram poucos os que indicaram que não houve uma significativa mudança no desempenho.

"Sim, alguns conteúdos abordados no projeto, facilitou muito em sala de aula na matéria de química, pois algumas palavras ou até mesmo algumas experiências que o professor falava, citava, u já tinha um certo conhecimento e me facilitava na compreensão do conteúdo." (Aluno de PIC-Jr 02).
"Sim. Meu rendimento nas aulas de química tbm aumentaram bastante, passei a entender melhor sobre alguns determinados assuntos que já estava estudando em sala de aula." (Aluno de PIC-Jr 03).
"Sim. Sim. Minhas notas nessa materia melhorou." (Aluno de PIC-Jr 05).
"Sim. Enquanto os demais alunos não entendiam como os fenômenos aconteciam pois só tinham como base a teoria, com as práticas eu pude relacionar a matéria com o que realmente acontece." (Aluno de PIC-Jr 07).
"Reforcei bastante meu conteúdo em química" (Aluno de PIC-Jr 06)
"Sim, eu não gostava de Química e hoje eu tenho um pensamento totalmente diferente." (Aluno de PIC-Jr 08).
"Meus conhecimentos em química se expandiram muito" (Aluno de PIC-Jr 09)
"Alguns conhecimentos de química foram muito importantes em minha formação e estão sendo até hoje no meu ensino superior." (Aluno de PIC-Jr 14)
"Mudou, antes eu não gostava tanto de química, pelo fato de não saber o que era e não aprender, mas depois do projeto eu tive uma percepção mais clara e ampla sobre a matéria." (Aluno de PIC-Jr 21).
"Criei ainda mais afinidade com a química" (Aluno de PIC-Jr 18).

Quadro 2: Relatos dos estudantes sobre o desempenho escolar.

Fonte: Dados da pesquisa.

A contribuição do PIC-Jr de química para o desempenho escolar influenciou de maneira positiva, principalmente na disciplina de química, cujo alguns conteúdos puderam ser mais bem explorados e vistos na prática, apontando ser uma ferramenta muito eficaz para a aprendizagem do aluno. Mesmo que para poucos participantes os projetos não tenham contribuído para o aumento do rendimento escolar, é possível afirmar que o PIC-Jr de química só têm a somar, uma vez que outras habilidades são exploradas como o trabalho em equipe, a leitura, a interpretação de gráficos, a escrita, a apresentação oral, entre outras.

Com os relatos também pode-se observar que os alunos participantes da pesquisa conseguem relacionar as instruções do PIC-Jr de química com os conteúdos estudados em sala de aula e com os acontecimentos do cotidiano, contribuindo com a construção contextualizada dos saberes científicos com as disciplinas presente no ensino médio. Os alunos consideraram muito relevante a rigorosidade do método durante as pesquisas,

pois colabora para a formação de um aluno mais crítico e pesquisador. Muitas escolas ainda trabalham baseadas somente na reprodução do conhecimento, assumindo a prática bancária, no qual o aluno é um mero espectador, depósito de conhecimentos (FREIRE, 2006). A prática de decorar é diferente do aprender. O real conhecimento não é adquirido pelo recurso de só decorar, pois o sujeito fica apenas a um sistema mecanizado, distante de um processo didático que promova o desenvolvimento do pensar e de alcançar o conhecimento. Segundo Meyer e colaboradores (2018), os projetos de pesquisa científica podem se tornar ferramentas que possibilitam aos alunos relacionar a teoria e enxergá-la durante o processo da experimentação. Deste modo, os indivíduos constroem seus conhecimentos através da interação com o cotidiano

Com isso, percebe-se que o estudante não está ali apenas para receber o conhecimento pronto e acabado, mas sim para ser o sujeito a construir seu próprio conhecimento, pois a partir do momento que os alunos produzem resultados inesperados e que são aplicáveis em seu cotidiano, eles poderão se sentir inquietos, pois percebem que seus entendimentos não são suficientes e, com isso, são desafiados a resolver o problema usando suas novas ideias em contextos mais amplos, favorecendo assim um ambiente de aprendizagem mais efetiva.

3.2 Impactos do PIC-Jr na vivência social dos alunos participantes

O programa PIC-Jr de química teve significativo impacto na vida social dos alunos participantes e que pode ser constatado pelos relatos transcritos e apresentados no Quadro 3. Os alunos julgaram que os projetos tiveram muita importância em sua vivência social e familiar, devido aos temas estarem ligados a problemas de cunho social, ambiental, econômico e políticos da Ciência e da Tecnologia. Através da execução dos métodos, puderam buscar possíveis soluções e também mostrar de que forma isso afeta o meio ambiente e na vida social das pessoas. Isso foi importante, pois foi dada a oportunidade de o aluno contribuir para o desenvolvimento de cada etapa do processo dentro de suas possibilidades e, dessa forma, participando diretamente da resolução de um problema de pesquisa sendo suas ideias valorizadas e, assim, contribuindo para o resultado final.

"Sim, eu consegui ajudar meu primo a estudar Química, pq graças ao projeto eu me comecei a gostar e tentar aprender mais química" (Aluno de PIC-Jr 06).
"Sim, quando alguém me pergunta sobre água ou poços eu sei responder" (Aluno de PIC-Jr 09).
"Sim, durante o projeto os dados obtidos por nós nas análises eram discutidos entre a família, vizinhos, e assim mais pessoas tinham conhecimento das consequências que a poluição pelas fossas pode causar" (Aluno de PIC-Jr 24).
"Não, exceto quando tenho a oportunidade de ajudar meus colegas nas atividades acadêmicas" (Aluno de PIC-Jr 07).
"Sim, por causa da convivência e trabalho em grupo, serviu muito de aprendizado." (Aluno de PIC-Jr 20).
"Sim, a notícia que eu estava participando do PIC Jr se espalhou bem rápida entre meus familiares, colegas e professores, porque sempre quando alguém tocava no assunto eu falava que fazia o projeto." (Aluno de PIC-Jr 19).
"Sim, eu tenho uma visão diferenciada em relação a taxa de teor alcoólico das bebidas." (Aluno de PIC-Jr 12).

Quadro 3: Relatos dos bolsistas sobre os impactos do PIC-Jr na vida social.

Fonte: Dados da pesquisa.

Estes métodos de análise apresentados demonstram a capacidade dos projetos PIC-Jr de química em relacionar problemáticas atuais em nossa sociedade e os conceitos apresentados em sala de aula, o que contribui para a formação cidadã dos estudantes participantes destes projetos (PRIMAVERA, 2018). De acordo com Pires (2002), a Iniciação Científica Júnior tem grande contribuição para os alunos darem continuidade a sua formação acadêmica, porém podemos observar que o PIC-Jr de química tem atuação no campo social, ou seja, fora do âmbito da pesquisa, pois é possível perceber pelos relatos que os alunos puderam transmitir o conhecimento adquirido para a comunidade onde estava inserido. Para Fava-de-Moraes e Fava (2000) é um erro admitir que a iniciação científica existe exclusivamente para formar cientistas. O estudante poderá usufruir de seus aprendizados tanto dentro como fora do âmbito acadêmico, através de uma melhor capacidade de análise, maturidade intelectual e capacidade para resolver problemas. O PIC-Jr de química tem a característica de transformar o ambiente em que o aluno está inserido, proporcionando desenvolvimento do seu pensamento para novos conhecimentos, possibilitando que ele transmita esse novo conhecimento adquirido para a sociedade.

3.3 Motivação ao ingresso no ensino superior

Os estudantes puderam expressar de forma dissertativa as contribuições do PIC-Jr de química e buscou-se saber se o projeto possibilitou o desenvolvimento de habilidades e descobrimento de afinidades no campo acadêmico. No Quadro 4 apresenta-se a transcrição do depoimento de 7 alunos.

"Prestar faculdade de medicina. Sim" (Aluno de PIC-Jr 05).
"Pretendo seguir área de química (engenharia química) ou área da saúde (biomedicina ou medicina). Antes, pensava somente em arquitetura ou matemática." (Aluno de PIC-Jr 09).
"Ser uma Agrônoma reconhecida. Sim" (Aluno de PIC-Jr 12).
"Desde a época do PIC Jr queria fazer Direito. Hoje faço. Mas creio que o PIC foi importante para conhecer um pouco da dinâmica de outros cursos." (Aluno de PIC-Jr 15).
"Não muito, pois estou cursando Pedagogia e não utilizo muito." (Aluno de PIC-Jr 17).
"Fazer faculdade de medicina, mas também pensei na possibilidade de fazer Química" (Aluno de PIC-Jr 18).
"Meu plano é fazer uma boa faculdade e isso ajudou no conhecimento de ver se aquela área seria propicia pra mim." (Aluno de PIC-Jr 19).

Quadro 4: Relatos dos alunos sobre o desenvolvimento de habilidades no campo acadêmico.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em alguns depoimentos percebemos que o PIC-Jr de química fez com que o aluno se interessasse mais pela química a ponto de mudar sua opção de curso. Também observamos que a participação no projeto aproximou mais o estudante da universidade, criando possibilidades de possível ingresso no ensino superior, pois o aluno tem esse contato mais próximo com diversos professores e monitores criando uma conexão maior com a universidade. Percebemos que a inserção do aluno em um projeto de pesquisa trabalha com o indivíduo integralmente, buscando também desenvolver sua subjetividade, se isso não é possível, deve ao menos considerá-la como fundamental na formação humana, formação educativa (PIZAN; LIMA, 2014).

Os projetos PIC-Jr de química analisados nesta pesquisa pretendiam despertar nos bolsistas do ensino médio o interesse em cursar o ensino superior, em especial os cursos da área de química. Nesta concepção o PIC-Jr de química tem capacidade de abrir novos horizontes e despertar o interesse por algumas áreas específicas do conhecimento e faz com que os alunos se sintam prontos para o ingresso na universidade. Para aqueles que ingressaram no ensino superior, a participação no projeto foi determinante para a escolha do curso de graduação e a determinação para o futuro em relação à pesquisa acadêmica, conforme relatos de alguns alunos apresentado no Quadro 5.

"O projeto teve relevância na minha escolha acadêmica, pois, o contato com o coordenador do projeto me ajudou na escolha do curso que faço hoje, Agronomia. E as praticas realizadas no projeto (titulaçao, nome dos objetos...) me ajudaram logo no começo do curso nas disciplinas de Química Analítica e Instrumental, que inclusive foram ministradas pelo mesmo professor do projeto, o XXXX." (Aluno de PIC-Jr 24).
"E muita, com ele eu decidi realmente fazer licenciatura química, que é o que faço atualmente" (Aluno de PIC-Jr 23).

Quadro 5: Relato de alunos ingressantes no ensino superior.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Podemos citar inúmeras vantagens que o PIC-Jr de química pode trazer ao estudante. A primeira delas é a fuga da rotina escolar e da estrutura curricular à qual o aluno está inserido. Além disso, ajuda o estudante a desenvolver habilidades na fala e escrita, tornando-o mais crítico e com maior discernimento para enfrentar as dificuldades (FAVA-DE-MORAES; FAVA, 2000). É preciso considerar que, embora os alunos possam não seguir a carreira científica futuramente, este programa lhes permitiu ampliar seus horizontes, apresentando-os a uma nova visão sobre a ciência e incentivando-os ao estudo e à busca pelo conhecimento.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, a partir das respostas fornecidas por ex-bolsistas do programa PIC-Jr de química da FAPES ao questionário aplicado, foi possível compreender que um dos fatores que movem os estudantes a ingressarem nesse programa é a percepção das possibilidades de crescimento pessoal, escolar e social provenientes dessa experiência. Dessa forma, as instituições de ensino deveriam ampliar a divulgação dos benefícios dos PIC-Jr para que outros estudantes possam ter conhecimento e interesse para desenvolver um projeto de pesquisa. No âmbito escolar, a Iniciação Científica Júnior promove um ensino aprendizagem mais efetivo, vai além do ensino conteudista, sendo o aluno protagonista deste aprendizado. Da mesma maneira, a maioria entende que a integração entre as áreas do conhecimento e a pesquisa, ensino e escola torna o processo de aprendizagem mais dinâmico. Dessa forma, instiga a capacidade do estudante de enfrentar novas situações numa sociedade em constante mudança.

Diante do exposto, é possível afirmar que a participação dos estudantes da educação básica no projeto de PIC-Jr de química contribuiu significativamente para o aumento no interesse pela própria disciplina de química, estimulando-os a aprenderem mais sobre os conteúdos de química, encorajando também, um possível ingresso no ensino superior, principalmente na área de química. Isso pode ser adquirido através da participação em aulas teóricas, que são os treinamentos introdutórios, execução dos métodos nas aulas práticas, apresentações e discussões de seus resultados obtidos, contribuindo para uma formação mais cidadã. Nessa perspectiva, também contribui diretamente na formação, tornando-os capazes de compreender melhor as transformações e fenômenos da sua realidade, intervindo diretamente para a construção e desenvolvimento do meio em que vivem. Dessa forma, é essencial oportunizar a pesquisa científica na educação básica com foco no ensino, rompendo os paradigmas de que a escola/professor são meros transmissores de conteúdo, mas sim, uma potencialidade para tratar das questões atuais e aproximar o conhecimento, de distintas áreas, da realidade do estudante e, por conseguinte, trazer discussões reflexivas e críticas, formando indivíduos capazes de compreender o mundo contemporâneo que estão inseridos dentro de sua singularidade.

REFERÊNCIAS

FAVA-DE-MORAES, F.; FAVA, M. A iniciação científica: muitas vantagens e poucos riscos. **Revista São Paulo em Perspectiva,** São Paulo. v. 14, n. 1, p 73-77, Jan/Mar. 2000.

SOUZA, Z. F; SOUZA, C. H. M. Iniciação Científica: Uma análise da sua prática no Ensino Médio e seus reflexos no Ensino Superior**. Revista Científica Internacional**, v. 17, n. 4, p. 41-53, abril/junho 2011.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. 29 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra; 2006.

HERNÁNDEZ, F; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho:** o conhecimento é um caleidoscópio. Porto Alegre: Artmed, 1998.

LIMA, K. R. et. al. A iniciação científica sob o ponto de vista de alunos de ensino médio como bolsistas do programa PIBIC-EM na área de neurofisiologia em uma instituição do interior do RS. **Revista Ensino de Bioquímica**, Uruguaiana-RS, v. 15, n. 2, p. 20-35, 2017.

MARCONDES, O. M. Por uma perspectiva Deweyana da Iniciação Científica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 1. n. 1, p.1-13, maio/2014.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MEYER, A.Y. et al. Iniciação Científica no Ensino Médio: a construção de um aparato experimental de baixo custo para estudo da Lei de Lambert-Beer a partir de um circuito montado com fotoresistor. **Revista de Estudos Aplicados em Educação**, São Caetano do Sul - SP, v. 3, n. 5, p. 58-72, jan./jun. 2018.

MOURA, D. G; BARBOSA, E. F; MOREIRA, A. F. **Iniciação científica na educação básica: níveis de engajamento, o aluno pesquisador e concepção de egressos sobre o trabalho**. In: ENDIPE,15, 2010 – Belo Horizonte. “A formação do aluno pesquisador”. Educação & Tecnologia, n. 2, 2008.

MENEZES, H. C.; FARIA, A. G. Utilizando o monitoramento ambiental para o ensino de química. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 287-290, 2003.

OLIVEIRA, A. H. et al. Análise do Crescimento do Rendimento Escolar como Consequência da participação de alunos do Ensino Fundamental e Médio em Projetos de Iniciação a Pesquisa Científica. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 58, 2006, Florianópolis-SC. **Anais...** São Paulo: “Sociedade Brasileira de Química & Tecnologia Semeando Interdisciplinaridade”. (SBPC/UFSC), 2006.

PIRES, R. C. M. **A Contribuição da Iniciação Científica na Formação do Aluno de Graduação numa Universidade Estadual.** 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Bahia--Salvador, 2002.

PIZAN, M. E; LIMA, A. P. Iniciação científica na educação básica: uma possibilidade de democratização da produção científica. In: Encontro de Produção Científica e Tecnológica, 9, 2014, Campo Mourão-PR. **Anais...** Campo Mourão: Tecnologias e Universidade Paraná/UNESPAR, 2014.

PRIMAVERA, A. P. **Iniciação Científica no Ensino Médio: Contribuições do Programa Ciência na Escola**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM. 2018.

RIBEIRO, I. L; GONÇALVES, P. R; BIZERRA, P. C. A importância do desenvolvimento de projetos de pesquisa cientifica para o Ensino Médio. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2013.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social:** métodos e técnicas. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SALOMÃO, A. A. et al. Iniciação Científica Júnior: experimentação e pesquisa integrando o ensino médio e a universidade. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 15, 2010. Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2010.

SILVA, M.G. Universidade e sociedade: Cenário da Extensão Universitária. In: Reunião Anual da ANPED 23., 2000 Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPEd, 2000.

SILVA, P. B. et al. A Pedagogia de Projetos no Ensino de Química - O Caminho das Águas na Região Metropolitana do Recife: dos Mananciais ao Reaproveitamento dos Esgotos. Revista **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, p.14-19, abril. 2008.

CAPÍTULO 12

AGUA CONDENSADA DE LOS AIRES ACONDICIONADOS UNA ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA PREPARACIÓN Y PROCESO DEL BIODIESEL

Data de aceite: 01/05/2022

Ligia Adelyada Torres Rivero
Tecnm/Instituto Tecnologico de Cancun

Beatriz Alcocer Torres
Tecnm/Instituto Tecnologico de Cancun

RESUMEN: En este artículo su objetivo es darle uso al agua captada proveniente de los sistemas de aire acondicionado de los laboratorios del ITCancún, en la etapa de lavado en la elaboración de biodiesel de aceites comestibles usados, recolectados del centro de acopio, ubicado en las instalaciones del ITCancún, no sólo beneficiaría a reducir, mitigar la contaminación del manto freático, suelo y áreas verdes, generando además daños estéticos a los edificios por escorrentías, sino que representa ahorro económico significativo en la adquisición de agua destilada la cual se utiliza en la etapa de lavado de biodiesel, enjuague del material de laboratorio, sabemos que el agua potable se está escaseando y es importante aprovechar toda el agua que sea posible, buscando otras alternativas, siendo este un proyecto de tipo integral y sostenible. Después de haberse llevado a cabo el proceso de la transesterificación, se procede a la neutralización del biodiesel, por medio de 4 lavados con agua destilada o agua condensada del aire acondicionado.

PALABRAS CLAVE: Sostenible, Integral, reusó, biodiesel, aceites usados comestibles.

INTRODUCCIÓN

La condensación se forma cuando el vapor de agua se encuentra con una superficie más fría y se convierte de un gas a un líquido que luego se acumula sobre la superficie fría. En el proceso central de refrigeración del aire, el aire caliente pasa a través del condensador que sirven para enfriar el aire y para recircularlo, durante este proceso se forma y se retira el condensado. Dependiendo del tipo de unidad, esta condensación se recoge fácil y generalmente es utilizada como agua destilada.

En el proyecto Caracterización de los parámetros físico-químicos de los aceites comestibles usados, para la generación de biodiesel en la planta del Instituto Tecnológico de Cancún se estandarizo y caracterizo los parámetros físico-químicos de acuerdo como lo indican las normas Latinoamericanas, y Europeas, para contribuir a la solución del problema de contaminación de los mantos freáticos por vertido de aceites comestibles usados y promover la toma de consciencia social del problema de contaminación del medio ambiente como parte sustentable del proyecto utilizamos el agua de los condesados de los aires acondicionados, estamos en su zona donde las condiciones climáticas fluctúa entre los 30 grados a 40 grados y el uso de aires acondicionados en las escuelas, hospitales, centros comerciales casas habitacionales, el

uso de aire acondicionado mantiene condiciones de confort térmico, el condensado va directo a las cañerías, si se recolectara evitaríamos el desperdicio de agua en el lavado de autos, el lavado de porches, para la plancha, generando un ahorro económico y energético, en nuestro caso como un ahorro en consumo de agua destilada que comprarla a las empresas distribuidoras, aumenta el costo del desarrollo experimental, en el lavado de material de laboratorio. Se sabe que un aire acondicionado de uso doméstico puede producir hasta 25 litros diarios de agua condensada, en el enfriamiento, (Comas Vargas HA, Ramírez Muñoz OA - 20 15). Una porción del agua de las torres de enfriamiento se descarga periódicamente durante todo el día para eliminar los minerales acumulados, esta agua debe ser reemplazada en el sistema según la cantidad que se descargue. Al recolectar la condensación podemos utilizarla para reemplazar el agua destilada grado reactivo, dicha agua condensada permite una menor acumulación de minerales debido a su bajo contenido de sales minerales.

Más de 15.000 galones (56,700 l) de agua de condensación son producidos por un edificio comercial de 10.000 pies cuadrados (929,03 metros cuadrados), de acuerdo con la Alianza para el Uso Eficiente del Agua.

Los edificios comerciales encuentran que recolectar la condensación de sus sistemas de refrigeración es beneficioso para ser utilizada en equipos refrigerados por agua. Otros usos incluyen fuentes decorativas, operaciones de lavado, agua de enjuague para el lavado de equipos y vehículos y en refrigeradores evaporativos. Su reciclaje y reutilización no resultan ser costosos y en cambio su uso puede ser muy eficiente. Nuestro trabajo está relacionado sobre la producción de biodiesel a partir de los aceites comestibles usados y del uso de agua de los condensados de los aires acondicionados es un aprovechamiento alternativo del mismo proceso, es de gran importancia promover la generación de este biocombustible en el estado de Quintana Roo y de recolectar los aceites usados de cocina y no verterlos a los fregaderos y desagües, evitando efectos nocivos así mitigar el impacto hacia el medio ambiente.

El agua que es obtenida diariamente por los aires acondicionados, no recibe ningún tratamiento y tampoco se encuentra dentro de un sistema de reutilización, por el contrario, durante el proceso de enfriamiento del aire, el agua que éste produce es desperdiciada y desechadas, hay poca información del agua de la condensación de los sistemas de aires acondicionados ya que no se le da un buen uso, pero está claro que ante posibles escenarios de cambio climático, la condensación podría ser una fuente de abastecimiento alternativa, cabe mencionar que no es apta para consumo humano.

Normas y organismos que regulan la producción de biodiesel y aguas. En 2003 se concluyó un estándar para la Unión Europea contenido en la norma EN 14214, que además cubre las pruebas de laboratorio necesarias para evaluar la eficiencia y calidad. Por otro lado, EUA propone la norma ASTM D6751 para la calidad en la producción de biodiesel (Benjumea et al., 2009; ARPEL–IICA, 2009). En México, aún no se ha llegado

a un acuerdo en cuestiones de normatividad o estándares para la producción del biodiesel. Por su parte, la Secretaría de Energía lanzó en su portal el siguiente comunicado: “Los días 19 y 20 de abril de 2012, se llevó a cabo Taller para la definición de estándares de calidad del biodiesel en México, (SENER, 2012)”.

En las etapas del proceso de producción de biodiesel, se debe realizar un pretratamiento al aceite comestible usado, para garantizar una eliminación de las impurezas que éste pueda contener A continuación, se describe de manera concreta el proceso de obtención del biodiesel a partir de aceite de cocina usado, que es el caso expuesto en el presente trabajo:

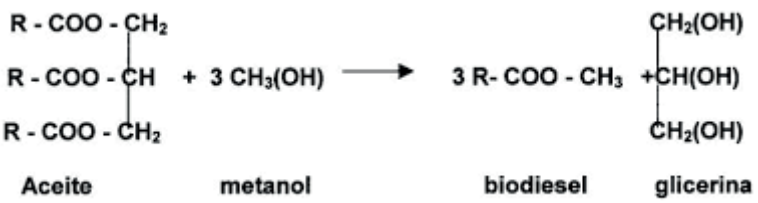
a) Disposición de la materia prima, depositar el aceite usado en un contenedor, ya que es la materia prima del proyecto.

b) Prelavado/Secado. Lavar el aceite usado para eliminar la goma, calentar por si contiene partículas de residuos de agua después decantación para separar las partículas de agua se somete a una temperatura de 30° C y finalmente se eliminan las impurezas por filtración.

c) Esterificación, consiste en la adición de un catalizador ácido (en este caso, ácido sulfúrico), que funciona también como deshidratante, y un alcohol de bajo peso molecular (metanol) al aceite comestible usado.

d) Transesterificación Una vez que se obtiene en un porcentaje mayor al 95% de triglicéridos, se procede a la siguiente reacción para producir biodiesel, como se observa en la siguiente reacción estequiométrica:

1mol triglicérido + 3 moles alcohol+ catalizador alcalino ⇔ 3 moles de biodiésel + 1 mol de glicerol



Formula del proceso de transesterificación, https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-transesterificacion.html

Utilizar agua condensada de los aires acondicionados en las etapas de lavado en la elaboración de Biodiesel de los aceites comestibles usados genera un impacto o beneficio en el ahorro en la compra de agua destilada, al realizar los análisis de las aguas condensadas de los aires acondiciones se obtuvo como resultado pH alcalino 7-8, SDT 145mg/L, siendo esta un agua aceptable para el uso de lavado del material de laboratorio y en la etapa del lavado.

Uso del agua condensada de los aires acondicionado, son utilizados en la preparación de soluciones para las practicas comunes del laboratorio.

Los acondicionadores de aire producen un suministro continuo de agua cuando se encuentran en funcionamiento, lo aparatos tienen la capacidad de drenar el agua, la cual es utilizada en el laboratorio de química como un ahorro de económico y sustentabilidad en el desarrollo experimental, de las prácticas de laboratorio, y el proceso de lavado de biodiesel.

Las muestras provenientes de condensado de los aires acondicionados no presentan valores altos de dureza, las variaciones de los datos entran en el margen de error ya que al propagar éstos, el error se presenta en el orden de ±0,01 mg/L en términos de $CaCO_3$, por lo cual se podría decir que el agua de estas muestras no es dura. Para el caso del agua proveniente del agua de la llave que viene de la cisterna del pozo del laboratorio de química el agua se obtiene un valor de 0.90±0.01 en términos de mg/L de $CaCO_3$, notándose entonces que esta agua es más dura respecto a las otras, debido, posiblemente al origen en virtud de las diferentes sales que contenidas en el pozo del que es extraída o arrastradas a través de tinacos y o tuberías, el agua en la zona de la Península de Yucatán tiene altos contenidos de sales en forma de sulfatos y carbonatos, contiene una dureza de 500 a 700 ppm.

El uso del agua condensada de los aires acondicionados es un tipo de agua adecuada para ser utilizada en los laboratorios académicos que no requieren una calidad al 99.999% de pureza, para realizar los experimentos, además es gratis no genera un costo adicional para realizar las prácticas de laboratorio de Química.

Los aires acondicionados de uso doméstico pueden producir hasta 25 litros diarios de agua condensada, sin embargo, el agua producida es frecuentemente desechada, está recogida representa un gran ahorra en el consumo de agua potable. Esta agua captada se puede utilizar para lavar patios, limpieza de baños, para enjuagar el material de laboratorio después de ser lavado con tratamiento de detergente.

En el caribe Mexicano el proceso de insolación es muy alto fluctúa entre los 30 hasta los 40°C en el verano, época en la que el incremento en el uso del dispositivo es considerable, un solo dispositivo puede generar hasta 20 litros de agua al día, suficiente para ser almacenado para posteriormente ser utilizado en la limpieza de la zona exterior y de los coches, regar las plantas, en la descarga del baño, entre otras. La cantidad de agua recogida puede representar un gran ahorro para las empresas como los hoteles, plazas comerciales que cuenta con esa infraestructura de tener sistemas de aire acondicionado por mínimo de consumo de 8 horas al día. El agua captada es de suficiente calidad para ser usada en todo tipo de actividades que requieran de agua: el riego, la limpieza, para el consumo propio del edificio e incluso para sistemas de refrigeración de maquinaria de producción.

METODOLOGÍA

La materia prima, aceite comestible usados, recolectado del centro de acopio del ITCancún que son depositados en un lugar destinado para ellos se deja el aceite a la intemperie y sometido a condiciones climatológicas con cambios bruscos de temperatura al medio día entre los 30-33 grados, (un contenedor exploto sin saber cuáles fueron las causas), el color, el olor, son las condiciones físicas que debemos de tener en cuenta al momento de preparar las muestra. Se analizaron 6 tipos de aceite comestibles usados, recolectados del centro de acopio del ITCancún se tomó una muestra 200- 400 ml de aceite vegetal usado, de acuerdo con la concentración obtenida previamente, del proyecto de Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de los aceites comestibles usados para la generación de biodiesel en la planta del ITCANCUN.

Disposición de la materia prima

La recepción de la materia prima tiene lugar en el Centro de Acopio ubicado en el Instituto Tecnológico de Cancún, el cuál recibe el aceite usado en diferentes tipos de contenedores depositado en un área específica y visible (uso de lonas, donde especifica que sólo se recibirá aceite vegetal usado).

Se desconoce la procedencia de los aceites ya que no se cuenta con un registro, de donde proviene cada aceite y las condiciones en las que se encuentra. (Véase figura No 1).

Figura No. 1 Centro de Acopio Instituto Tecnológico de Cancún fuente propia.

Los métodos analíticos que se emplearon para cuantificar los diferentes compuestos involucrados en el proceso de caracterización del aceite comestible usado son el siguiente:

Tratamiento preliminar del aceite vegetal usado: lavado del aceite con agua de los condensados de los aires acondicionados, para eliminar la goma. Calentamiento para

eliminar partículas de agua.

Posteriormente se deja enfriar a 25º C y se procede a realizar las pruebas de acorde como indica la literatura, en tratamiento de aceites vegetales usados. Los aceites presentaban un color negro, olor muy fuerte, presenta muy poca cantidad de sólidos es denso, poco viscoso, los recipientes generalmente presentan una sola fase, con poca densidad o alta densidad. Presenta un color más negro como si el aceite estuviera muy quemado, un olor mucho más fuerte y tiene una textura pegajosa que se encuentra pegada a las paredes del recipiente plástico como se muestra en la siguiente figura No 3.

Figura 3 Deposito del aceite comestible usado, en diferentes tipos de conteneros, expuestos a las temperaturas exterior.

Fuente Propia.

Normas para los parámetros físicos, se detallan las normas densidad, EN ISO 3675 ASTM D4052

-Humedad norma UNE-EN ISO 12937, - Viscosidad, EN ISO 3104 ASTM D445, EN 14214. Parámetros químico del aceite: - Acidez, EN 14104 ASTM D664, norma UNE-EN 14104 -. Índice de Yodo, EN 14111, norma EN 14214 - Índice de Peróxidos.

Normas mexicanas para parámetros de la calidad de agua

MUESTREO

El muestreo se efectúa de acuerdo con las Normas NMX-AA-3 “Aguas residuales. - Muestreo” y NMX-AA-14 “Cuerpos receptores. - Muestreo”, según el caso

Se realizó caracterización física de la calidad de agua de las muestras a partir de

los parámetros organolépticos, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, Sólidos disueltos totales, pH.

NMX-AA-008-SCFI-2011 - Determinación del pH

NMX-AA-093-SCFI-2000– Determinación de la conductividad

NMX-AA-007-SCFI-2013 – Medición de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas

La NOM-MX para determinación de parámetros fisicoquímicos para la calidad del agua de los aires acondicionados, aunque no existe una norma como tal para la caracterización del agua del condensado de los aires acondicionados, nos basamos en los parámetros de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales.

Se tomó una muestra en la tubería de salida de agua del aire acondicionado del laboratorio de química, Laboratorio de Electromecánica del IT Cancún, se clasificó como se indica a continuación en la siguiente figura 2 y en la tabla No. 1

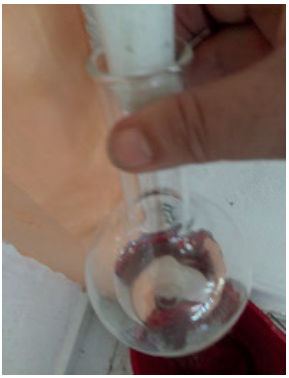


Figura 2 Toma de muestras del sistema de desagüe del aire acondicionado, para determinar, análisis de dureza, conductividad, pH,y no afecten el proceso de lavado del aceite, y del biodiesel.

Fuente Propia.

MUESTRA	LUGAR	MILILITROS	OBSERVACIONES
A	Agua proveniente del condensado del aire acondicionado recolectada al interior del laboratorio de electromecánica	8000 ml	Tomada del bidón de desagüe ya existente por transvase sencillo.

B	Agua proveniente del condensado del aire acondicionado recolectada al laboratorio de química	5000 ml	Agua colectada durante un período de aproximadamente un día

Tabla No. 1 Cantidad de agua captada del desagüe de los aires acondicionados en el laboratorio de electromecánica y del laboratorio de química aproximadamente en un día. Fuente propia.

De acuerdo a la técnica para la producción de biodiesel a partir de aceite usado de cocina, en específico: la esterificación y transesterificación vía catálisis ácida y alcalina en dos etapas, se usarán dos tipos de catalizador: Catálisis ácida por medio de ácido sulfúrico (H_2SO_4) para la esterificación, en con una relación molar 6:1 Catálisis alcalina por medio de hidróxido de sodio (NaOH) para la transesterificación, en concentraciones de 35/100 catalizador/alcohol. Los procesos en la producción de biodiesel de aceite comestible usado consiste en un proceso que se divide en 5 etapas: prelavado y secado del aceite, esterificación, transesterificación, lavado final del biodiesel, secado. Antes de iniciar la esterificación y transesterificación del aceite, se lleva a cabo pretratamiento que consiste en el lavado, calentamiento y filtración del aceite para eliminar impurezas que pueda contener, así como el prelavado y secado del aceite (ver figura No. 4).

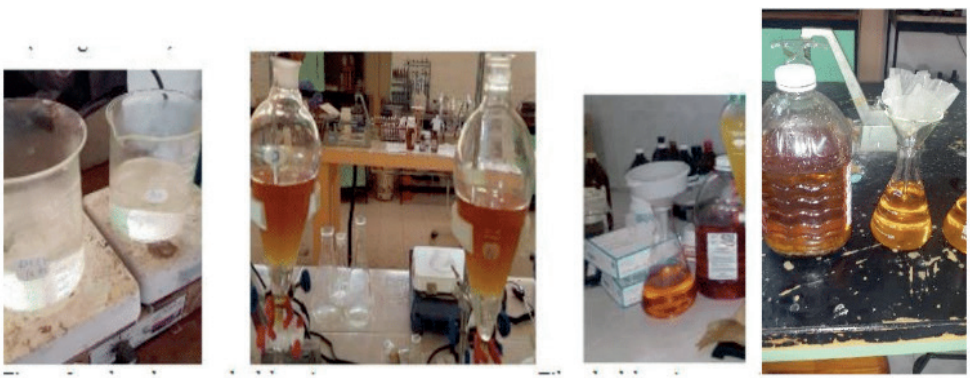


Figura 4 prelavado y secado del aceite Filtrado del aceite comestible usado fuente propia.

Esterificación: se colocaron las muestras de aceite en parillas para su calentamiento y agitación, en una reacción de metilación de los ácidos grasos libres usando metanol en exceso y como catalizador ácido sulfúrico (ver figura No.5)

Figura 5 Proceso de Esterificación de los aceites comestibles usados, en la elaboración del biodiesel fuente propia

Transesterificación. - Para la transesterificación se utilizó aceite vegetal comestible usado y metanol anhidro y catalizador hidróxido el de sodio. La reacción se llevó a cabo a una temperatura de 60°C (Ver figura 6).

Ruta química para la transesterificación y esterificación de los aceites comestibles usados

$$RCOOH + CH_3OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\text{-}OO\text{-}C_R + H_2O$$

Ac. Graso metanol metilésteres agua

Figura 6 Transesterificación

Tiempo de reacción

separación de la glicerina y el biodiesel

Fuente propia.

Lavado con agua condensada recolectada de los aires acondicionados Ver figura 7) ya que por su naturaleza puede utilizarse en diversos procesos: se realizan una serie de lavados hasta alcanzar el pH 7

a) Primer lavado

b) proceso del cuarto lavado del biodiesel

Figura 7: Lavado del biodiesel con el agua condensada de los aires acondicionados, se realizan 4 lavados, se mide el pH hasta alcanzar el pH neutro.

Fuente propia.

Sistema de captación de agua condensada de los aires acondicionados del Taller de Electromecánica y de laboratorio de química (Véase figura 8).

a)

b)

a) Laboratorio de Electromecánica b) Laboratorio de Química

Figura 8 Sistema de recolección y almacenaje del agua de los aires acondicionados

Fuente propia.

RESULTADOS

Sin embargo, el agua generada por los aires acondicionados es frecuentemente desechada, esta agua condensada es de suficiente calidad para ser reutilizada directamente, sin someterse a procesos de purificación, porque no va es agua apta para consumo humano. Además, la producción de agua está garantizada en cualquier época del año, ya que la condensación se lleva a cabo tanto en el calentamiento, como en el modo de refrigeración. Y en la zona norte de Quintana ROO, por su actividad Turística y grandes cadenas de hoteles, casa habitación con mínimo un aire acondicionado, escuelas, se estaría aprovechando un gran cantidad de agua en actividades propias de lavado de autos, para el área de limpieza, lavado de patios, banquetas, y con esto se evitaría grandes desperdicios de agua en dichas actividades, generando una cultura del ahorro de agua potable y el reusó del agua de los condensados del aire acondicionado, y esto se vería reflejado en un impacto económico y social del cuidado del agua.

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran la necesidad de generar conciencia en el uso y cuidado de nuestro ambiento, cuidando el agua y buscar otras fuentes de obtención de agua. Es indispensable crear conciencia sobre la disposición de los aceites usados comestibles, generando una cultura de almacenar en recipientes y después llevarlos a los centros de acopio para su tratamiento Fue quizás inesperado el haber encontrado que nuestra sociedad no tiene hábitos de reciclaje y almacenaje y disposición final del aceite usado en las cocinas, y que puede utilizar el agua de lo aires para cualquier actividad doméstica,

aclarando que no es apta para consumo dicha agua.

Los resultados demuestran la necesidad de generar conciencia en el uso y cuidado de nuestro ambiento, cuidando el agua y buscar otras fuentes de obtención de agua. Es indispensable crear conciencia sobre la disposición de los aceites usados comestibles, generando una cultura de almacenar en recipientes y después llevarlos a los centros de acopio para su tratamiento.

Fue quizás inesperado el haber encontrado que nuestra sociedad no tiene hábitos de reciclaje y almacenaje y disposición final del aceite usado en las cocinas, y que puede utilizar el agua de lo aires para cualquier actividad doméstica, aclarando que no es apta para consumo dicha agua.

Impacto o beneficio en la solución a un problema relacionado con el sector productivo o la generación del conocimiento científico o tecnológico

- En general: siendo el biodiesel, una de las alternativas que reduce significativamente la contaminación por emisiones gaseosas y liquidas, con el beneficio ambiental de reducir las emisiones líquidas de vertido de aceites, a los desagües de la ciudad.

- En lo científico: la generación de conocimiento científico acerca de las condiciones óptimas de producción de biodiesel y de reciclaje de aceites comestibles usados y de la recolección y uso del condensado de los aires acondicionados reduce la contaminación visual por la generación de moho en las paredes si no tiene un buen desagüe.

- En lo económico: el aprovechamiento de los recursos ambientales y la reducción de los impactos negativos sobre estos, reduciendo el uso excesivo y el daño a los ecosistemas, que incrementa los costos de su protección y conservación.

- En lo social: la contribución para realizar concientización social acerca de los problemas relacionados con el tema de: o contaminación de los mantos freáticos y cuerpos de agua por aceites usados, o vertido de aceites a los desagües de la ciudad que dificulta el tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales a nivel estatal, regional y nacional

RECOMENDACIONES

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación en la mitigación de la contaminación del suelo y agua por vertidos de aceites comestibles usados en las tarjas de las cocinas, o en los desagües, propios de las cocinas económicas y comidas rápidas, proponiendo lugares estratégicos donde depositar sus aceites usados en el proceso de freído, así como el uso del agua condensada de los aires acondicionados, generando un ahorro en el consumo de agua potable y el cuidado de los cuerpos de agua.

Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere en la generación energías limpias como es el caso del biodiesel, mitigando la generación de CO_2 a atmosfera, recuperación de metanol probablemente en la elaboración de celdas, la glicerina darle tratamiento para uso de jabones, para limpiar pisos.

Los sistemas de aire acondicionado extrae el aire húmedo y cálido de un espacio y lo convierten en aire frío que se devuelve al espacio. Cuando este aire húmedo y cálido golpea el aire refrigerado, el vapor de agua en el condensador se convierte en líquido. a su vez, este líquido debe ser drenado de os condensadores para evitar daños a las partes mecánicas del sistema o para evitar daños por agua a la estructura alrededor del acondicionador de aire. La cantidad de condensado producido por un acondicionador de aire puede variar de 5 a 20 litros por día para una casa

El proyecto tiene mucho futuro en las nuevas tecnologías del cuidado al medio ambiente, y protección al acuífero, establecer una cultura de depositar el aceite usado en contenedores y no verter en los desagües, o dejarlo en bolsas en los contenedores de la basura, la prioridad es cuidar nuestro entorno, y reusar el agua condensada de los aires acondicionados, como una fuente alterna del lavado de patios, autos.

Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación en la mitigación de la contaminación del suelo y agua por vertidos de aceites comestibles usados en las tarjas de las cocinas, o en los desagües, propios de las cocinas económicas y comidas rápidas, proponiendo lugares estratégicos donde depositar sus aceites usados en el proceso de freído, así como el uso del agua condensada de los aires acondicionados, generando un ahorro en el consumo de agua potable y el cuidado de esta.

Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere en la generación energías limpias como es el caso del biodiesel, mitigando la generación de CO2 a la atmosfera, recuperación de metanol probablemente en la elaboración de celdas, la glicerina darle tratamiento para uso de jabones, para limpiar pisos.

Pruebas de corrosión de cobre, índice de saponificación para evitar la formación de jabones. El proyecto tiene mucho futuro en las nuevas tecnologías del cuidado al medio ambiente, y protección al acuífero, establecer una cultura de depositar el aceite usado en contenedores y no verter los directamente al sistema de drenaje, aunque algunos restaurantes tienen un sistema de trampas de grasas, pero las cocinas económicas no cuentan con este sistema, y vierten el aceite y grasas al drenaje o lo depositan al contenedor de la basura.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Cancún, por las instalaciones de los laboratorios de química, para realizar el presente trabajo.

REFERENCIAS

Aguirre Sonia E. Piraneque Nelson V. Rozo Arturo Potencial de Uso del Agua proveniente de los Sistemas de Aire Acondicionado en el Caribe Seco Colombiano, versión On-line ISSN 0718-0764 Inf. tecnol. vol.29 no.6 La Serena dic. 2018. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600033.

Alfonso Garavito Ana Milena, De La Hoz Henríquez María Carolina Propuesta de producción más limpia para el aprovechamiento de agua de condensación de los aires acondicionados en la Universidad de la Costa, 2018.

Arpel – IICA 2009. Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Manual de Biocombustibles, Roma Italia Alianza por el agua http://www.alianzaporelagua.org/ (vigente 2018).

Benjumea, P., Agudelo, J., Ríos, L. 2009.

Biodiesel: Producción, calidad y caracterización. Colección Investigación/Ciencia y tecnología. [Libro en línea,formato .acsm para Adobe Digital Editions] Brown LeMay Burnsten Química la Ciencia Central Capítulo 18 Química ambiental, paginas 701-710 Editorial Pearson edición 10, 2010.

Chacón-Olivares, María*†, Pacheco-Rivera, Andrea, Cendejas-López, Mayra y Ortega-Herrera, Francisco Contaminación del agua Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Septiembre 2016 Vol.2 No.5 1-10. Comas Vargas HA, Ramírez Muñoz OA – 2015.

Guía básica de aprovechamiento de aguas de condensación repository.ucatolica.edu.com Factors that influence corporate environmental behavior: empirical analysis based on panel data in China. Elsevier. Agua destilada Página consultada en internet http://www.ecured.cu julio de 2018.

Norma Mexicana NMX-AA-072-SCFI-2001. Análisis de agua_ Determinación de Dureza Total, en Aguas naturales, Residuales y Residuales tratadas_ Método de prueba NMX-AA-008-SCFI-2011 - Determinación del pH - método de prueba NMX-AA-093-SCFI-2000– Determinación de la conductividad electrolítica – método de prueba NMX-AA-007-SCFI-2013 – Medición de la temperatura en aguas naturales, residuales tratadas - método de prueba.

Purifican aguas residuales del aire acondicionado para el consumo...www.acrlatinoamerica.com

https://www.agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc_pdf_48653.pdf
concepto definicion.de/agua-destilada/
SENER, Estrategia Intersecretarial de los bioenergéticos.México: Gobierno Federal, 2008.

SENER, Programa de introducción de bioenergéticos. México: Gobierno Federal, 2009. http://biodiesel.org/what-is-biodiesel/biodiesel-basics

Galindo G.José C. Arrieta G. Carlos E. Mora U Iván, Maestre A Iván Aprovechamiento de condensados de aires acondicionados en climas cálidos para riego automatizado de jardines impulsado por energía solar Serna M Edgar Prof. (Ed.) Desarrollo e Innovación en Ingeniería Cuarta Edición, ISBN: 978-958-52333-0-0 © 2019

Editorial Instituto Antioqueño de Investigación Torres L, Ben-Youssef. D-Ek y R-Escalante Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de los aceites comestibles usados para la generación de biodiesel en la planta piloto del IT Cancún. Revista de Investigación y Desarrollo 2016 Vol.2 No.6 92-108

CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA OBTENÇÃO DO IQA

Data de aceite: 01/05/2022

Julia Comelli da Silva
Fundação Educacional do Município de Assis – Química Industrial
Assis/SP
http://lattes.cnpq.br/2187025185519323

Elaine Amorim Soares
Fundação Educacional do Município de Assis – Centro de Pesquisa em Ciências
Assis/SP
http://lattes.cnpq.br/5029434075956205

Sérgio Augusto Moreira Cortez
Fundação Educacional do Município de Assis – Centro de Pesquisa em Ciências
Assis/SP
http://lattes.cnpq.br/8331609913232282

RESUMO: O maior patrimônio da humanidade é a água, um bem natural e direito de todos, fundamental a todos seres vivos. Seu uso é indispensável para inúmeras atividades como abastecimento para consumo humano, recreação, irrigação, dessedentação de animais e obtenção de energia. Com o crescimento populacional, o uso da terra acaba sendo alterado impactando na qualidade da água. Poluição doméstica, altas taxas de consumo, escoamento superficial da água e o desrespeito no uso de Áreas de Proteção Permanente (APPs) ameaçam a qualidade da água. O IQA é composto por nove parâmetros, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água através do IQA - Índice de Qualidade da Água de 11 pontos localizados na área de proteção permanente no Instituto Florestal de Assis. De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que os pontos 1 e 2, estão regulares na escala de IQA segundo a CETESB, e os ponto 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;10 e 11 estão bons na escala de IQA. Por ser tratar de área de preservação permanente, o esperado seria que o IQA desses pontos fossem ótimos, já que a descarga de matéria orgânica, em teoria, é reduzida, porém a crise hídrica enfrentada atualmente indica que não só a quantidade, mas também a qualidade da água é afetada.

PALAVRAS-CHAVE: IQA; qualidade da água, área de preservação permanente.

ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN A PERMANENT PRESEVATION AREA BY OBTAINING THE IQA

ABSTRACT: The greatest patrimony of humanity is water, a natural asset and a right of all, fundamental to all living beings. Its use is essential for numerous activities such as supply for human consumption, recreation, irrigation, watering animals and obtaining energy. With population growth, land use ends up being changed, impacting water quality. Domestic pollution, high consumption rates, surface water runoff and disrespect in the use of Permanent Protection Areas (PPAs) threaten water quality. The WQI is composed of nine parameters, which were set according to their importance for the global conformation of water quality. This study aimed to evaluate the water quality through the

WQI - Water Quality Index of 11 points located in the permanent protection area at the Forest Institute of Assis. According to the results obtained, it was concluded that points 1 and 2 are regular in the IQA scale according to CETESB, and points 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;10 and 11 are good on the IQA scale. As it is a permanent preservation area, it would be expected that the IQA of these points would be optimal, since the discharge of organic matter, in theory, is reduced, but the water crisis currently faced indicates that not only the quantity, but also the water quality is affected.
KEYWORDS: WQI; water quality, permanent preservation area.

INTRODUÇÃO

O maior patrimônio da humanidade é a água, um bem natural e direito de todos, fundamental a todos seres vivos, tanto como plantas animais e nós seres humanos. A proteção de mananciais se torna extremamente necessária para que a água possa garantir o uso múltiplo (consumo humano e animal, transporte, irrigação, manutenção da biota, entre outros). O uso da água tem se intensificado na última década acarretando problemas na quantidade e qualidade da água. O problema da poluição crescente vem se desenvolvendo em rios, reservatórios e lagos de modo negativo ao abastecimento público e afetando vidas aquáticas dependentes de uma boa qualidade e nutrição da água (BARROS; BARRETO; LIMA, 2012).

Águas interiores, subterrâneas ou fluentes são consideradas mananciais e são usadas principalmente para o abastecimento público, a qualidade da mesma deve ser monitorada afins de priorizar a integridade e a potabilidade para o consumo tanto para o controle e devidas correções preventivas. A eutrofização presente em vários países vem provocando efeitos de degradação em ambientes aquáticos afetando o balanço ecológico consequentemente comprometendo águas de diversos países (BARROS; BARRETO; LIMA, 2012.,BUCCI; OLIVEIRA, 2014).

No ano de 1970 foi iniciado estudos para obtenção de parâmetros de qualidade com o objetivo de controle da água com base na qualidade, feito por *"National Sanitation Foundation"* dos EUA, posteriormente adaptado pela CETESB, sendo desenvolvido o IQ-CETESB, um índice que determina a avaliação da água sendo priorizada a qualidade para o consumo humano (BARROS; BARRETO; LIMA, 2012). No Brasil, a adaptação da CETESB teve o índice utilizado por vários pesquisadores e órgãos ambientais na intenção de priorizar o controle e a qualidade da água e assim manter parâmetros fidedignos e compor a elaboração do IQA para segurança das águas. (ANDRADE *et al,* 2005).

A avaliação do parâmetro que determina a qualidade da água é principalmente baseada em variáveis matemáticas padronizadas que unifica a qualidade biológica, física, e química da mesma facilitando a comunicação em fatores numéricos determinando seu objetivo, tanto como método avaliativo como controle de qualidade para a vida aquática e consumo humano. O IQA é no Brasil o padrão ouro que possibilita a comparação de

diferentes áreas analisadas através de estudos já realizados que utilizaram estes índices em locais distintos (MENEZES *et al,* 2018).

ÁGUA EM ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE

Áreas de preservação permanente pela legislação vigente hoje no Brasil, abrange espações territoriais e bens que são de interesse nacional, por serem especialmente protegidos, sendo eles cobertos ou não por vegetação, sendo sua função ambiental preservar os recursos hídricos, protegendo a fauna e flora, e também assegurando o bem estar da população humana (RIBEIRO, 2011).

Algumas das atividades humanas que acontecem nas margens de um rio influenciam na qualidade da água e podem acabar restringindo os possíveis usos de recursos hídricos. Então a análise do uso e ocupação do solo é um dos fatores primordiais em uma avaliação ambiental, que não pode ser feita apenas pelo ponto de vista físico, sendo considerado a relação que existe entre a degradação natural e as formas de uso da sociedade (ROMÃO; SOUZA, 2011).

Para que se proteja uma área de forma eficiente criou um sistema de Áreas Protegidas, que no Brasil, é conhecida como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) aprovada no ano de 2000. O SNUC estabelece alguns dispositivos importantes e entre eles são definidas suas categorias de Áreas Protegidas, as de Proteção Integral voltadas, como o nome diz, para que tenha a defesa integral de seus atributos naturais e as de uso sustentável que permite a utilização de seus recursos naturais, para qualquer de interesse social, desde que seja garantida a proteção da biodiversidade.

Uma área protegida tem uma grande probabilidade de ser contaminada por efluentes industriais, como esgotos ou também resíduos sólidos que são descartados pela própria população, fazendo com que diminua drasticamente a qualidade da água, desviando-se dos parâmetros estabelecidos pelo CONAMA. Citando um caso análogo, o descarte de esgoto corpo d'água acabada tornando a água insalubre, podendo conter então coliformes totais e termotolerantes que são responsáveis por doenças causadas quando se tem a ingestão de água contaminada (RDA, 2016).

A importância de ter o controle de qualidade da água por meio de análises periódicas é tão grande que a lei n° 3.718 de 19/01/83 institui sua obrigatoriedade, A lei diz que, é de encargo do responsável pelo local de consumo providenciar os atestados de potabilidade da água. Análises irão garantir a sanidade da água (RDA, 2016).

IQA- ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

A partir do estudo realizado no ano de 1970 pelo "National Sanitation Foudation" no Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA – Índice de Qualidade das Águas, que incorpora nove variáveis consideradas então relevantes para a avaliação da qualidade

da água, tendo como principal de terminante a sua a sua utilização para o abastecimento público. (NATIONAL SANITATION FOUNDATION, 2016).

A criação do IQA acabou baseando-se numa pesquisa de opinião junto com especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis que seriam avaliadas, os pesos relativos e a condição com que ele se apresenta para cada parâmetro. Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água proposta inicialmente, foram selecionadas somente nove (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS 2017).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS 2017).

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_{wi}^{Ii}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, sendo eles; oxigênio dissolvido; coliformes termotolerantes; Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda bioquímica de Oxigênio (DBO); Temperatura da água; Nitrogênio total; Fósforo total; Turbidez e Resíduos totais.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO5,20	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Tabela 1: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e seus pesos.

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período de doze meses, foram realizadas 3 campanhas de coletas em 11 nascentes localizadas em área de Preservação Permanente dentro do Instituto Florestal de Assis. Foram analisados os parâmetros do IQA e calculado o nível de qualidade de acordo com a CETESB.

A tabela 2 mostra os resultados dos parâmetros obtidos na primeira coleta realizada no dia vinte e quatro de abril de 2021.

1	Ponto	pH	cond	temp	STD	turb	DBO	DO %	DO mg/l	NO3	NO2	NH3	NKT	NT	PT	ST	Coliformes
2	1	5,59	22,38	17,3	1,85	5,69	< 1	58,40	5,52	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	110,00	1600
3	2	5,97	10,20	17,7	0,82	9,19	< 1	44,20	4,10	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	100,00	> 1600
4	3	6,08	7,15	17,6	0,58	1,96	< 1	51,40	4,75	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	110,00	1600
5	4	6,62	7,53	17,3	0,62	7,99	< 1	75,00	6,44	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	90,00	900
6	5	6,68	8,16	17,4	0,67	5,08	< 1	70,50	6,62	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	40,00	34
7	6	6,35	11,87	17,6	0,95	6,92	< 1	42,60	4,07	0,08	< 0,01	0,17	1,09	1,35	< 0,01	120,00	34
8	7	6,58	8,78	17,4	0,72	3,22	< 1	78,90	6,52	0,10	< 0,01	0,16	1,18	1,44	< 0,01	80,00	12
9	8	6,62	8,30	16,4	0,72	2,96	< 1	29,80	2,76	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	50,00	170
10	9	6,70	13,81	16,3	1,21	9,04	< 1	66,60	6,16	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	70,00	900
11	10	6,75	9,95	16,6	0,86	3,61	< 1	74,30	6,85	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	70,00	> 1600
12	11	6,39	7,80	17,4	0,64	2,97	< 1	71,50	6,54	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	20,00	> 1600

Tabela 2: Resultados obtidos na primeira campanha coleta, no dia vinte quatro de abril de 2021.

Observando os resultados obtidos pode-se observar que os valores de DBO'S tiveram resultados menor que 1mg/L. Visto que em uma área de preservação permanente não há uma descarga de matérias orgânicas nos recursos hídricos através de esgotos domésticos e efluentes industriais. Os valores de nitritos e os fósforos foram iguais a zero, indicando que os pontos de coleta possivelmente não estão contaminados por defensivos agrícolas, tensoativos ou detergentes.

A tabela 3 mostra os resultados obtidos na segunda coleta realizada no dia dezenove de agosto de 2021.

Ponto	pH	cond	temp	STD	turb	DBO	OD %	OD mg/l	NO3	NO2	NH3	NKT	NT	PT	ST	Coliformes
1	5,53	11,10	18,4	0,86	21,100	3,10	48,00	4,41	0,13	0,00	0,08	0,15	0,28	0,00	55,00	110
2	5,63	12,84	17,0	1,08	18,000	2,90	32,00	2,99	0,10	0,00	0,05	0,09	0,19	0,00	60,00	170
3	5,58	10,41	16,7	0,89	0,180	1,00	47,20	4,40	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	50,00	900
4	6,80	8,54	16,4	0,74	11,400	4,50	82,40	7,22	0,07	0,00	0,02	0,04	0,11	0,00	40,00	1600
5	6,30	15,76	16,8	1,34	5,180	2,40	70,50	6,55	0,03	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	75,00	500
6	5,90	22,45	16,3	1,97	0,150	1,20	30,50	2,90	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	110,00	30
7	6,45	17,24	16,1	1,53	0,096	2,20	69,60	6,37	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	85,00	1600
8	ENXAME DE ABELHAS NO VERTEDOURO															
9	6,31	25,63	18,0	2,03	2,940	1,90	66,70	6,09	0,02	0,00	0,00	0,05	0,07	0,00	125,00	300
10	6,77	10,12	18,0	0,80	1,720	2,30	78,00	6,27	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	50,00	500
11	5,17	11,64	18,4	0,90	8,153	4,90	28,80	2,65	0,06	0,00	0,03	0,09	0,15	0,00	55,00	70

Tabela 3: Resultados obtidos na segunda campanha coleta, no dia dezenove de agosto de 2021.

Observou-se que também na segunda campanha de coleta, os resultados dos parâmetros fósforo e nitrito foram iguais a zero, confirmando a integridade das nascentes. O NMP de coliformes termotolerantes diminuiu em alguns pontos de coleta.

A tabela 4 mostra os resultados obtidos na última coleta realizada no dia dezesseis de setembro de 2021.

Ponto	pH	cond	temp	STD	turb	DBO	OD %	OD mg/l	NO3	NO2	NH3	NKT	NT	PT	ST	Coliformes
1	5,71	13,80	18,0	1,10	33,300	5,00	38,70	3,51	0,33	0,00	0,13	0,25	0,58	0,01	338,00	300
2	6,09	13,37	16,3	1,17	7,230	3,00	35,20	3,20	0,36	0,00	0,05	0,10	0,46	0,01	136,00	110
3	5,86	13,15	16,0	1,17	4,470	1,00	46,50	4,16	0,45	0,00	0,04	0,06	0,51	0,01	132,00	220
4	6,70	10,97	16,4	0,96	14,800	3,00	75,60	5,70	1,20	0,00	0,08	0,11	1,31	0,01	152,00	1400
5	6,19	25,50	16,0	2,28	2,570	2,00	53,30	4,67	0,36	0,00	0,02	0,05	0,41	0,01	110,00	80
6	6,63	18,45	16,2	1,63	10,700	1,00	67,90	5,01	0,40	0,00	0,06	0,10	0,50	0,01	136,00	220
7	6,21	13,74	16,0	1,23	2,860	6,00	68,40	5,79	0,48	0,00	0,02	0,04	0,52	0,01	126,00	300
8	6,50	19,37	16,7	1,66	0,780	2,00	69,60	5,05	0,39	0,00	0,00	0,01	0,40	0,01	104,00	1100
9	6,52	28,83	17,2	2,39	6,240	1,00	64,90	5,39	0,36	0,00	0,03	0,05	0,41	0,01	110,00	280
10	6,91	10,38	17,3	0,86	2,080	2,30	79,10	6,54	0,30	0,00	0,02	0,04	0,34	0,01	120,00	170
11	6,66	12,38	17,1	1,04	36,100	2,40	41,80	3,51	0,67	0,00	0,20	0,39	1,06	0,01	124,00	21

Tabela 4: Resultados obtidos na terceira campanha coleta, no dia dezesseis de setembro de 2021.

Como esperado é possível observar que os teores de fósforo e nitrito foram nulos, indicando que as nascentes não sofrem interferência de contaminantes dentro da APP.

Os resultados dos parâmetros foram utilizados para o cálculo do IQA, sendo classificados de acordo com CETESB conforme Tabela 3.

Nível de Qualidade - CETESB	
Ótimo	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	52 ≤ IQA < 80
Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	20 ≤ IQA < 37
Péssima	0 ≤ IQA < 20

Tabela 5: Tabela CETESB classificação do IQA.

Fonte: CETESB.

Os resultados médios de IQA obtidos por ponto de coleta estão apresentados na figura Tabela 6.

Ponto	Média	Classificação IQA
1	51,00	REGULAR
2	50,31	REGULAR
3	56,42	BOA
4	59,88	BOA
5	64,83	BOA

6	59,61	BOA
7	65,22	BOA
8	59,01	BOA
9	63,11	BOA
10	66,34	BOA
11	54,01	BOA

Tabela 6: Média dos IQAs obtidos nas 3 campanhas de coleta.

Durante o período de coletas, o estado de São Paulo, inclusive a bacia do Médio Paranapanema estava passando por uma crise hídrica, com poucas chuvas. Foi possível observar que este fato no cálculo do IQA , pois o fluxo de água nas nascentes estavam baixos, dando uma leitura baixa de oxigênio dissolvido nas amostras coletadas.

De acordo com que se observa, os resultados das campanhas de coleta ficaram entre cinquenta e setenta numa escala de IQA. Sendo classificados entre bons e regulares segundo a CETESB.

De acordo com todas as análises feitas nas coletas concluímos que os pontos 1 e 2, estão regulares na escala de IQA segundo a CETESB, e os ponto 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;10 e 11 estão bons na escala de IQA.

É importante ressaltar que em todos os pontos de coleta, o fluxo de água estava baixo, reflexo da crise hídrica que o Brasil enfrenta. Tal fato contribui para diminuir o índice do IQA, uma vez que o parâmetro com maior peso no cálculo é o oxigênio dissolvido.

CONCLUSÃO

As amostras foram coletadas nas nascentes dentro da área de preservação permanente do instituto florestal de Assis. Os valores determinados dos IQA's para as nascentes variaram de bom a regulares sendo então classificados ponto 1 e 2 como regulares e os pontos 3;4;5;6;7;8;9;10 e 11 como bons na escala de IQA segundo a CETESB. Por ser tratar de área de preservação permanente, o esperado seria que o IQA desses pontos fosse ótimo, já que a descarga de matéria orgânica, em teoria, é reduzida, porém a crise hídrica enfrentada atualmente indica que não só a quantidade, mas também a qualidade da água é afetada.

REFERÊNCIAS

ANACLETO, R.G.; BILOTTA, P. **Uma abordagem interdisciplinar sobre Qualidade da Água como estratégia para o ensino de ciência.** Rev. Virtual Quim. V.7, N.6, Nov. 2015. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v7n6a46.pdf> Acesso em:4 set 2020

ANDRADE, E.M.; PALACIO H.A.Q.; CRISÓSTOMO, L.A, SOUZA, I.H, TEIXEIRA, A.S. Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio **Trussu, Ceará.** Revista Ciência Agronômica, V. 36, N. 2, maio - ago., 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1953/195317396003.pdf>. Acesso em: 06 jun 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA).** Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indica-aguas.aspx Acesso em: 27 mai. 2021.

ALVES, Eliane C. et al. **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.** Acta Scientiarum. Technology, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARROS, J.C.; BARRETO, F.M.S.; LIMA, M.V. **Aplicação do índice de qualidade das águas (IQA--CETESB) no açude gavião para determinação futura do índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP). Sistema Eletrônico de Administração de Conferências**., v.10, n.5, p.1-8, 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2850/2313>. Acesso em: 08 jun 2020.

BUCCI, M.H.S.; OLIVEIRA, L.F.C. Índices de Qualidade da Água e de Estado Trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 9, n. 1, Mar. 2014. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1290. Acesso em: 08 jun 2020.

BRITES, ALICE DANTAS. **Qualidade da água: Dos mananciais até nossas casas**. 2008. Disponível em: http://www.educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/qualidade-da-agua-dosmananciais-ate-nossas--casas.htm .Acesso em 5 out. 2020.

MEDEIROS, A. S.; MORAES, A.E.R.; LIMA, S.L.C.; REINALDO, S.M.A.S; FERNANDES, P.R.N. IMPORTÂNCIA DAS AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE QUÍMICA. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DO IFRN**, 4, 2008, p. 1881-1885.

CARVALHO, Anésio R; OLIVEIRA, Maria C. V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. 3. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. São Paulo, 2009.

IAP. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba, no período de 1992 a 2005**. Curitiba, 2005. Disponível em: <http:/www.iap.pr.gov.br/arquivos/Files/Monitoramento_da_qualidade_agua_1992_2005.pdf> Acesso em 16 jun. 2021

JOSELINO, V.P.; CORTES, S.A.M.; MELLO, P.M.C. **Avaliação da qualidade da água das nascentes urbanas de Assis/SP, por meio do IQA- Índice de qualidade das águas.** https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqPIBIC/1511430397B619.pdf Acesso em: 15 fevereiro 2020

MENEZES, J.M.; SABINO. H.; CRISTO, V.; PRADO, R.B.; LIMA, L.A.; DI LULO, L.B.; JR, G.C.S. **Comparação entre os Índices de Qualidade de Água Cetesb e Bascarán.** Anuário do instituto de geociência, V. 41, n.1, 2018 p. 194-202. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178884/1/2018-021.pdf>. Acesso em: 03 jun 2020.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, 2002.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 5. ed. Rio de Janeiro:ABES, 2012.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION – NSF. **Consumer Information: Water Quality Index (WQI).** Disponível em:<http:/www.nsf.org/consumer/Earth_day/wqi.asp>. Acesso em: 07 mar. 2021.

LIMA, C. R. N. Variabilidade espacial de parâmetros de qualidade de água nas bacias do rio Cuiabá e São Lourenço. 2013. 86 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)** – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.

LOPES, F. B. et al. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 392-402, 2008.

RIBEIRO, G.V BIASETTO. A origem do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil. **Revista Thema**, v.08, p.1-13, 2011.

RICHTTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, José. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

ROMÃO, A. C. B. C.; SOUZA, M. L. **Análise do uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão São Tomé, Noroeste do Paraná – PR** (1985 e 2008). Revista RA´EGA, Curitiba, v. 21, p. 337-364, 2011.

TUCCI, C. E. M., **Hidrologia: ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2007.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. 3. **ed. Belo Horizonte**: Editora UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996.

CAPÍTULO 14

PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO: UM ESTUDO DE REVISÃO NOS CORPOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL

Data de aceite: 01/05/2022

Adriano Joaquim Neves de Souza
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/5034778965241739

Gabriel Monteiro de Jesus
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/4580927271341504

Alexandro Monteiro de Jesus
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/1776956366147718

Fernanda Cristina Lima de Araújo
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/1629830222205336

Ana Caroline de Souza Sales
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/6985042373491355

Iurick Saraiva Costa
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/6970160681707796

Tatiane Priscila Bastos Bandeira
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/9879017263842013

Maria de Lourdes Souza Santos
Universidade Federal Rural da Amazônia
http://lattes.cnpq.br/1604134738302499

RESUMO: As modificações antrópicas que ocorrem no ambiente desencadeiam efeitos adversos, entre eles o processo de eutrofização que ocasiona alterações nos parâmetros físico-químicos e biológicos dos ecossistemas aquáticos. Desta forma, a partir de um levantamento bibliográfico, buscou-se analisar e comparar os efeitos advindo do processo de eutrofização ocorridos nos corpos hídricos localizados no Estado do Pará, Brasil. Neste trabalho foram utilizados livros e artigos publicados, como ferramenta de pesquisa, utilizou-se o "Google acadêmico", "Periódicos CAPES", "Scielo", "ScienceDirect" e "Web of Science Core Collection". Com esta pesquisa foi possível perceber que as concentrações de fósforo (P) e nitrogênio (N) discutidas demostram que há alteração nos seus teores, chegando a ultrapassar os limites máximos estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 357/2005, o que auxilia no processo de eutrofização e, isso ocorre devido ao despejo irregular e pontual de esgotos domésticos nos corpos hídricos. Ressalta-se, a necessidade de ações que possam minimizar o efeito dessas alterações, além de um monitoramento constante da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos da região Amazônica.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes domésticos, Fósforo, Nitrogênio.

EUTROPHICATION PROCESS IN WATER BODIES: A REVIEW STUDY OF RIVERS IN THE STATE OF PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The anthroponic changes that occur in the environment trigger adverse effects, including the eutrophication process that causes changes in the physical-chemical and biological parameters of aquatic ecosystems. Thus, from a bibliographic survey, we sought to analyze and

compare the effects arising from the eutrophication process that occurred in water bodies located in the state of Pará, Brazil. In this work, books and published articles were used, as a research tool, “Academic Google”, “Periodicals CAPES”, “Scielo”, “ScienceDirect” and “Web of Science Core Collection” were used. With this research, it was possible to perceive that the concentrations of phosphorus (P) and nitrogen (N) discussed show that there is a change in their contents, reaching to exceed the maximum limits established by CONAMA resolution nº 357/2005, which helps in the process of eutrophication and this occurs due to irregular and punctual discharge of domestic sewage into water bodies. Therefore, we emphasize the need for actions that can minimize the effect of these changes, in addition to constant monitoring of the water quality of aquatic ecosystems in the Amazon region.
KEYWORDS: Domestic effluents, Phosphorus, Nitrogen.

1 I INTRODUÇÃO

A eutrofização é um processo que ocorre nos ecossistemas aquáticos em respostas a alteração de nutrientes disponíveis no meio, tais como fósforo e nitrogênio (SANTOS et al., 2013). Com o aumento da concentração desses elementos nos corpos hídricos, há uma maior produção de biomassa de organismos autotróficos, a exemplo, fitoplâncton e cianobactérias (MACEDO, 2010), proporciona uma diminuição na entrada de luz nos ambientes aquáticos, alteração nos parâmetros físico-químicos da água (KLEIN; AGNE, 2013), liberação de gases e produção de toxinas (CRUZ; VIANA; CEBALLOS, 2019). Adicionalmente, pode acontecer efeitos como a hipoxia (SINHA; MICHALAK; BALAJI, 2017), mau odor, a morte de organismos aquáticos, como, peixes, mudança na diversidade aquática e contaminação do abastecimento público (MATHISEN, 2017).

O ecossistema aquático tem grande importância cultural, econômico e ecológico (MARQUES; NUNES-GUTJAHR; BRAGA, 2020), porém, atividades de uso e ocupação do solo, tais como desmatamento, agronegócio, esgoto doméstico e industriais, são exemplos dos problemas que impactam direta ou indiretamente esse ecossistema (VASCONCELOS; SOUZA, 2011), pois, favorecem a entrada de nutrientes e, consequentemente, a eutrofização (OLIVEIRA et al., 2020). Devido a esse cenário, existe uma constante preocupação com as consequências negativas que as alterações antrópicas provocam no meio aquático (SOUSA et al., 2018). Sendo este, um tema que promove pesquisas cientificas e, que gera discussões no mundo e no meio acadêmico, tanto sobre os impactos quanto aos métodos eficientes que podem auxiliar no processo de análise e identificação da eutrofização (LOBO; WEBER FREITAS; HUGO SALINAS, 2019; MINAUDO et al., 2015; O’HARE et al., 2018; PANTANO et al., 2016; SHAKHMATOV; PAVLOVSKIY; PAUKOV, 2018).

No Brasil é comum a ocorrência de eutrofização nos corpos hídricos próximos a áreas urbanizadas (AFFONSO; BARBOSA; NOVO, 2011; CUNHA; BOTTINO; CALIJURI, 2010; GARDIMAN JUNIOR, 2015; PAULA FILHO; MOURA; MARINS, 2012) e, isso ocorre devido, por exemplo à falta de tratamento de efluentes (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Na região Norte do Brasil, apenas 16,2% dos municípios tem tratamentos de esgoto sanitário

por rede coletora (Maravillas del espa?, 2017) e, esse cenário tem relação com dois fatores: primeiro com a ausência do poder público em fornecer o serviço básico de saneamento para a população (HAYDEN, 2019) e, segundo, com as ocupações urbanas desordenadas, principalmente, relacionadas próximas aos corpos hídricos, pois os moradores acabam por despejar os seus esgotos no meio aquático (SOUTO et al., 2019).

Dessa forma, é de grande importância estudos que visam identificar se a eutrofização está ocorrendo em um corpo hídrico, pois, estes permitem medir e detectar quais os parâmetros estão alterados, quantificando as suas concentrações, caracterizando as espécies autotróficas presentes no local estudado e, possibilitando sugerir ações que ajudem minimizar o efeito da eutrofização nos corpos hídricos (RIBEIRO et al., 2020). Por tanto, o presente trabalho tem por objetivo fazer um levantamento bibliográfico a respeito do processo de eutrofização que ocorrem nos corpos hídricos localizados no Estado do Pará.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa baseou-se no método de levantamento bibliográfico através dos portais de busca nos Periódicos CAPES (https://www.periodicos.capes.gov.br/) e Google Acadêmico (https://scholar.google.com.br/), Scielo (https://www.scielo.org/), ScienceDirect (https://www.sciencedirect.com/) e na Web of Science Core Collection (WoS) (http://www.webofknowledge.com). O método de revisão bibliográfico permite comparações de pesquisas já publicadas e proporciona discussão a respeito do tema pesquisado (CRESWELL; CRESWELL, 2021).

No presente estudo inclui-se apenas artigos científicos (incluindo notas cientificas e artigos de revisões) e livros (incluindo capítulos). Além disso foi utilizado artigos em qualquer idioma (português, inglês, espanhol, etc.). exclui-se arquivos referente a literatura cinza como, monografias, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, bem como trabalhos publicados em anais de eventos científicos (congressos, seminários, etc.). Os artigos foram selecionados quando apresentaram alguma palavra-chave utilizadas no título ou no resumo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Eutrofização: Origem e consequências

A eutrofização origina-se de forma natural, onde o aumento de nutrientes no meio acontece de maneira gradual, ocasionado pelo escoamento superficial, variação sazonal e aumento da temperatura (SAHOO et al., 2016). E origina-se de forma artificial, advindo das ações antrópicas (DERISIO, 2017). Mas independente da origem, o processo de

eutrofização causa graves efeitos nos corpos hídricos, afetando, por exemplo, o equilíbrio ecológico existente nesses ecossistemas (QUEIROZ et al., 2016). Essa alteração afeta a estrutura das comunidades aquáticas, tal como, a comunidade zooplanctônica, pois, estudos demostram que ocorre um aumento ou diminuição de sua composição, diversidade e riqueza (GAZONATO NETO et al., 2014; HSIEH et al., 2011; JEPPESEN et al., 2011; KAGALOU; KOSIORI; LEONARDOS, 2010; ROSE et al., 2019; ŠORF et al., 2015; ŠPOLJAR; TOMLJANOVIĆ; LALIĆ, 2011).

Outra comunidade afetada é a de fitoplâncton, em um estudo realizado por (ALBUQUERQUE; et al., 2019) em um corpo hídrico localizado na área urbana no município de Capitão Poço (PA) demonstrou a predominância dos gêneros *Oscilatoria* e *Phacus*, no qual são características de ambientes eutrofizados. Essa predominância de espécies, oscilações de diversidade, riqueza e composição tem relação com a sensibilidade em que os organismos tem frente as rápidas alterações ocorridas no ambiente, uma vez que existem espécies tolerantes, que são capazes de se manter em um ambiente modificado e existem espécies especialistas que podem diminuir ou serem extintas de um ambiente no qual foi alterado (FARIAS et al., 2019; PIEDADE et al., 2020; SILVA; EVERTON; MELO, 2016; SOUZA et al., 2014).

Os parâmetros físicos e químicos também são alterados, tais como, pH, e o oxigênio dissolvido (BATALHA et al., 2014; NASCIMENTO; GUEDES, 2016). No Brasil, existe a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 357, de 17 de março de 2005 que se refere a qualidade dos corpos hídricos e, essa resolução é uma boa base comparativa que pode auxiliar, por exemplo, os pesquisadores a interpretar os resultados físico-químicos obtidos em suas pesquisas estão abaixo ou acima dos limites estabelecidos pela referida Resolução (MACHADO; KNAPIK; BITENCOURT, 2019). Alterações dos parâmetros físicos e químicos prejudicam as pessoas que utilizam os corpos hídricos para a atividade pesqueira e o abastecimento público, visto que com a floração de organismos autotróficos pode ocorre a liberação de toxinas (BARRETO et al., 2013; CRUZ; VIANA; CEBALLOS, 2019; CUNHA; BOTTINO; CALIJURI, 2010; JÚNIOR, 2015; SÁ et al., 2010; SILVA et al., 2020).

3.2 Nitrogênio e fósforo: Principais nutrientes relacionados com a eutrofização

3.2.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um nutriente essencial demandado por todos os organismos vivos e, usualmente, é limitante na produção primária em ecossistemas aquáticos e terrestres. Este elemento é indispensável em grandes quantidades, pois é um componente essencial para as proteínas, ácidos nucléicos e de outros constituintes celulares. As proteínas isoladas representam 60 % ou mais do N das plantas e de células microbianas (VIEIRA, 2017).

Na litosfera o (N) está distribuído nas rochas, no fundo dos oceanos e nos sedimentos. Esta distribuição, representado pela crosta, tem 98 % do N existente no

planeta. Na atmosfera, onde ele existe como gás (N2, 78 %), seu armazenamento é cerca de um milhão de vezes maior que o nitrogênio total contido nos organismos vivos (Figura 1). Apesar de sua abundância na atmosfera, o nitrogênio é o nutriente que restringe o crescimento das plantas. Isso ocorre, pois, o N2 não pode ser utilizado pela maioria dos organismos, por causa da ligação tripla entre os átomos de nitrogênio (N≡N), o que torna a molécula quase inerte. Para quebrá-la, de modo que seus átomos possam combinar com outros átomos, são necessárias quantidades substanciais de energia (VIEIRA, 2017).

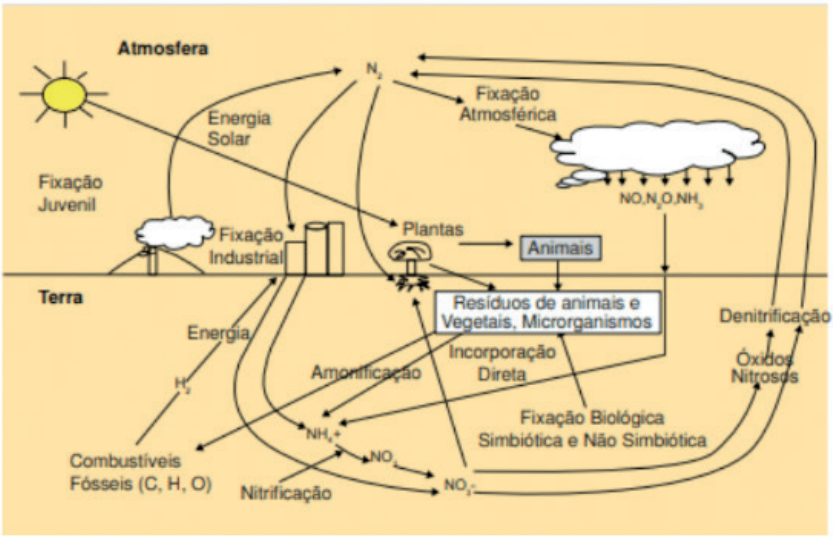


Figura 1: Ciclo do Nitrogênio.

Fonte: Gomes et al., (2000).

As principais formas de encontrar o nitrogênio nos ambientes aquáticos continentais é pela ligação biológica de nitrogênio, pelo processo de transformação de N_2 em N biológico, chuvas, e tempestades atmosféricas de raios, que vão fornecer energia suficiente para interligar nitrogênio e oxigênio molecular e formar nitrato, aporte orgânico e inorgânico. Este nutriente também é originado por aporte de efluentes domésticos e industriais não tratados ou parcialmente tratados nos corpos d'água (ESTEVES; AMADO, 2011).

De acordo com Tundisi & Tundisi (2008) as macrófitas recorrem ao nitrogênio N) principalmente na produção de proteínas e aminoácidos, o N é encontrado no meio ambiente nas suas principais formas: nitrato, nitrito, amônia, compostos nitrogenados dissolvidos como a ureia, aminoácidos livres e peptídeos.

O nitrogênio, presente nos rios e lagos, é um nutriente de relevância à cadeia alimentar, no entanto quando encontrado em altas concentrações em águas superficiais e associados às boas condições de luminosidade ocasiona o enriquecimento do meio, fenômeno este denominada eutrofização (BARRETO et al., 2013).

A eutrofização é reconhecida como um dos problemas mais importantes inerentes à qualidade de água. Dentre os fatores que influenciam a mesma, além das concentrações de fósforo e nitrogênio, podem ser citados a velocidade da água, a vazão, a turbidez, a profundidade do curso de água, a temperatura, etc. (BARRETO et al., 2013).

Estudo realizado por Alves et al., (2012) descreveram a concentração do nitrogênio (N) no período menos chuvoso, no rio Ariri, localizado na Ilha do Marajó (PA), com gradientes negativos, ou seja, ao longo do percurso do corpo hídrico os dados foram diminuindo, e aumentaram com a proximidade do ambiente urbano, que tem lançamento de esgoto, as medianas foram de 5,87 mg L^{-1}, 4,85 mg L^{-1} e 3,11 mg L^{-1}, em cachoeira, Murutucu e Santana, respectivamente. Enquanto, no período chuvoso a distribuição do (N) foi mais homogênea com os valores próximos em Cachoeira (4,14 mg.L^{-1}), Murutucú (4,00 mg.L^{-1}) e Santana (4,52 mg.L^{-1}).

De acordo com Sousa e colaboradores (2016) descreveram valores médios de concentração de nitrogênio de 8,16 mg.L^{-1} ± 2,66, no rio Cereja em Bragança (PA), durante o período chuvoso da região, o valor foi relacionado com a descarga fluvial e a localização do centro urbano.

3.2.2 Fósforo

O fósforo (P) é um nutriente essencial que auxilia no crescimento de organismos vegetais e animais (KLEIN; AGNE, 2013) e, tem origem natural por meio da erosão do solo e da decomposição organismos (QUEVEDO; PAGANINI, 2011). No ambiente, o fósforo é encontrado nas formas inorgânica dissolvida (PID) e orgânica dissolvida (POD), sendo a primeira forma a principal envolvida no processo de eutrofização, pois, ela é mais assimilada pelos organismos autotróficos (SILVA, 2009). Além do mais, o fósforo, também tem origem artificial, a patir do despejo de efluentes de esgoto doméstico (DUNCK; FELISBERTO; DE SOUZA NOGUEIRA, 2019), o que propicia, a entrada de altas concentrações de fósforo, podendo torná-lo um poluidor para o ecossistema aquático, isso porque ele acelera o crescimento e a proliferação de organismos autotróficos, resultando na eutrofização (MAYER et al., 2016).

Apesar de importante para a produção primária de um rio, o fósforo em alta concentração altera a qualidade da água, comprometendo seu uso. Já o excesso de nutrientes nitrogenados leva ao desequilíbrio dos sistemas ecológicos do rio; sem falar que o nitrogênio pode adquirir formas tóxicas para muitas espécies (MORAES, 2016).

O fosfato presente em ecossistemas aquáticos continentais tem origem de fontes naturais e artificiais. Dentre as fontes naturais, as rochas da bacia de drenagem constituem a fonte básica de fosfato para os ecossistemas aquáticos continentais. Em outras palavras, significa dizer que a quantidade de fosfato de fonte natural no sistema aquático depende diretamente do conteúdo de fosfato presente nos minerais primários das rochas da bacia

de drenagem. Dentre estas, a mais importante é a apatita (ESTEVES, 1998).

A liberação do fosfato, a partir da forma cristalina dos minerais primários da rocha, ocorre através da desagregação desta pela intemperização. O fosfato liberado da rocha é carreado pelas águas de escoamento superficial e pode alcançar os diferentes ecossistemas aquáticos sob duas formas principais: solúvel (menos provável) e adsorvido às argilas. Esta última é, sem dúvida, a via mais importante de acesso de fosfato aos ecossistemas aquáticos tropicais, devido à frequência de solos argilosos (solos antigos e muito intemperizados) nesta região (ESTEVES, 1998).

Outros fatores naturais que permitem o aporte de fosfato podem ser apontados, como: material particulado presente na atmosfera e o fosfato resultante da decomposição de organismos de origem alóctone. As fontes artificiais de fosfato mais importantes são: esgotos domésticos e industriais e material particulado de origem industrial contido na atmosfera (ESTEVES, 1998).

De acordo com a resolução do CONAMA nº 357 de 2005, o limite máximo permitido de fósforo em corpos hídricos, classe 2, é de 0,1 $mg.L^{-1}$. Porém, trabalhos realizados por Sousa et al., (2016) no rio Cereja (Bragança, PA), Alves et al., (2012) no rio Ariri (Ilha do Marajó, PA), Santos et al., (2014) no rio (Guamá, PA) e Pinheiro, Saldanha e Monte (2019) no rio Irurá (Santarém, PA) identificaram teores de fósforos acima de 0,78 $mg.L^{-1}$. Esse alto teor de fósforo pode ser explicado por dois fatores: despejo irregular de esgoto doméstico e influência sazonal (MARINHO et al., 2020). Durante o período de estiagem, por exemplo, observa-se maiores teores de fósforo, isso ocorre devido, nessa época, haver menor vazão dos rios, o que contribui para o aumento nas concentrações de nutrientes inorgânicos e na ocorrência da eutrofização (MONTEIRO; PEREIRA; GUIMARÃES, 2011).

4 I CONCLUSÃO

Em termos de levantamento bibliográfico, houve bastante dificuldade de encontrar trabalhos voltados à eutrofização em corpo hídricos no Estado do Pará, no período entre 2010 e 2021. Portanto, é necessário um maior desenvolvimento de pesquisas e projetos que visem monitorar e identificar a ocorrência desse processo.

A eutrofização é diretamente relacionada ao enriquecimento de carga de matéria orgânica despejada pelos efluentes domésticos, resultado da falta de saneamento básico. Foram observados registros de altos valores de Nitrogênio e Fósforo, o que pode alterar os ciclos biogeoquímicos e prejudicar a qualidade dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, A.; BARBOSA, C.; NOVO, EMLM. **Water quality changes in floodplain lakes due to the Amazon River flood pulse: Lago Grande de Curuaí (Pará)**. Brazilian Journal of Biology, v. 71, n. 3, p. 601–610, ago. 2011.

ALBUQUERQUE, D. P.; CAMPOS, P. N. **Qualitative characterization of phytoplankton in two points of Igarapé Goiabarana in the city of Capitão Poço, Pará.** v. 2, n. 4, p. 9, 2019.

ALVES, I. C. C. et al. **Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil).** Acta Amazonica, v. 42, n. 1, p. 115–124, mar. 2012.

BARRETO, L. V. et al. **Eutrofização em rios brasileiros**. p. 15, 2013.

BATALHA, S. S. A. et al. **Condições físico-químicas e biológicas em águas superficiais do Rio Tapajós e a conservação de Floresta Nacional na Amazônia, Brasil**. Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 9, n. 4, p. 647–663, 17 out. 2014.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. (5a Ed.). Porto Alegre: Penso, 2021.

CRUZ, P. S.; VIANA, L. G.; CEBALLOS. **Reservatórios tropicais: Eutrofização e floração de cianobactérias.** (3a Ed.). Belo Horizonte: Poisson, 2019.

CUNHA, D. G. F.; BOTTINO, F.; CALIJURI, M. DO C. **Land use influence on eutrophication-related water variables: case study of tropical rivers with different degrees of anthropogenic interference.** Acta Limnologica Brasiliensia, v. 22, n. 01, p. 35–45, 2010.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. (5a Ed.). São Paulo: Ofinas de textos, 2017.

DUNCK, B.; FELISBERTO, S. A.; DE SOUZA NOGUEIRA, I. **Effects of freshwater eutrophication on species and functional beta diversity of periphytic algae**. Hydrobiologia, v. 837, n. 1, p. 195–204, jul. 2019.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. (2a Ed.) ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ESTEVES, F. A.; AMADO, A. M. **Fundamentos de Limnologia**. (3a Ed.) ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FARIAS, N. et al. **Sazonalidade, distribuição dos gêneros, riqueza, abundância das diatomáceas em rios urbanos e as indicações ambientais. Paragominas, Pará (Brasil)**. Enciclopédia Biosfera, v. 16, n. 30, 15 dez. 2019.

GARDIMAN JUNIOR, B. S. **Caracterização do processo de poluição das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil**. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, v. 9, n. 3, p. 235, 7 out. 2015.

GAZONATO NETO, A. J. et al. **Zooplankton communities as eutrophication bioindicators in tropical reservoirs.** Biota Neotropica, v. 14, n. 4, dez. 2014.

GOMES, M. A. F., SOUZA, M. D., BOEIRA, R. C., TOLEDO, L. G. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bigeoquímicos, fertilizantes e corretivos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

HAYDEN, D. A. **Environmental diagnosis: fragility indicators in an urban drainage system and irregular garbage dumps in Belém / PA- Amazônia**. Revista GeoAmazônia, p. 28, 2019.

HSIEH, C. H. et al. **Eutrophication and warming effects on long-term variation of zooplankton in Lake Biwa**. Biogeosciences, v. 8, n. 5, p. 1383–1399, 30 maio 2011.

Instituto Brasileiro de Geografi a e Estatística - IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

JEPPESEN, E. et al. **Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD)**. Hydrobiologia, v. 676, n. 1, p. 279–297, nov. 2011.

JÚNIOR, A. C. A. Indicadores de qualidade ambiental no lago Bolonha, parque Estadual do Utinga, Belém Pará. **Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil**, Boletim Gaúcho de Geografia. v. 42, n. 1, p. 276–299, 2015.

KAGALOU, I. I.; KOSIORI, A.; LEONARDOS, I. D**. Assessing the zooplankton community and environmental factors in a Mediterranean wetland**. Environmental Monitoring and Assessment, v. 170, n. 1–4, p. 445–455, nov. 2010.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. **Fósforo: de nutriente à poluente!** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 8, n. 8, p. 1713–1721, 11 jan. 2013.

LOBO, E.; WEBER FREITAS, N.; HUGO SALINAS, V. **Diatomeas como bioindicadores: Aspectos ecológicos de la respuesta de las algas a la eutrofización en América Latina**. Mexican journal of biotechnology, v. 4, n. 1, p. 1–24, 1 jan. 2019.

MACEDO, C. F. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações**. Bol. Inst. Pesca, p. 15, 2010.

MACHADO, E. S.; KNAPIK, H. G.; BITENCOURT, C. DE C. A. DE. **Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 24, n. 2, p. 261–269, abr. 2019.

MARINHO, E. R. et al. **Avaliação da Ação Urbana no Canal Água Cristal em Belém, Pará, um Estudo Sobre Qualidade da Água.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 1, p. 322, 6 abr. 2020.

MARQUES, J. R. A.; NUNES-GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. DE S. **Situação sanitária e o uso da água do Igarapé Santa Cruz, município de Breves, Arquipélago de Marajó, Pará, Brasil**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 25, n. 4, p. 597–606, ago. 2020.

MATHISEN, A. **Poluição e eutrofização de águas interiores- rios, lagos e represas.** Florianópolis: HB Editora, 2017. v. (1a Ed)

MAYER, B. K. et al. Total Value of Phosphorus Recovery. **Environmental Science & Technology**, v. 50, n. 13, p. 6606–6620, 5 jul. 2016.

MINAUDO, C. et al. **Eutrophication mitigation in rivers: 30 years of trends in spatial and seasonal patterns of biogeochemistry of the Loire River (1980–2012)**. Biogeosciences, v. 12, n. 8, p. 2549–2563, 30 abr. 2015.

MONTEIRO, M. C.; PEREIRA, L. C. C.; GUIMARÃES, D. DE O. **Influence of natural and anthropogenic conditions on the water quality of the Caeté river estuary (North Brazil)**. Journal of Coastal Research, n. 64, p. 6, 2011.

MORAES, M. E. B. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. SciELO Books., 2016.

NASCIMENTO, F. E. DO; GUEDES, J. D. A. **Qualidade ambiental do reservatório cajá, Taboleiro Grande (RN)**. Revista Tamoios, v. 12, n. 1, 21 jul. 2016.

O'HARE, M. T. et al. **Responses of Aquatic Plants to Eutrophication in Rivers: A Revised Conceptual Model**. Frontiers in Plant Science, v. 9, p. 451, 26 abr. 2018.

OLIVEIRA, C. S. P. DE et al. **Reflexões sobre o desafio ambiental: níveis de eutrofização e floração de cianobactérias na Bacia Apodi-Mossoró**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 5, p. 519–530, 5 jun. 2020.

PANTANO, G. et al. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Quim. Nova**, n. 00, p. 9, 2016.

PAULA FILHO, F. J. DE, MOURA, M. C. S. DE, & MARINS, R. V. **Phosphorus Geochemical Fractioning in Water and Sediment from Corrente River, Catchment, Parnaíba/P**I. Revista Virtual de Química, 4(6). 2012.

PIEDADE, M. T. F. et al. **Os campos e as plantas herbáceas na planície de inundação amazônica e sua utilização (1ª Ed.)**. *In*: Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Wittmann, F., & Schongert, J. **Várzeas Amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável.** Manaus: Editora do INPA. Editora INPA, 2020.

PINHEIRO, D. C.; SALDANHA, E. C.; MONTE, C. DO N. **Índice de estado trófico e a proveniência do fósforo e clorofila-a em diferentes estações do ano em uma microbacia Amazônica**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 10, n. 5, p. 89–100, 12 out. 2019.

QUEIROZ, M. T. A. et al**. Estudo dos paramêtros físico-químicos, qualidade da água e trofia do reservatório da usina hidrelétrica de sá carvalho, Minas Gerais, Brasil**. Revista Gestão Industrial, v. 12, n. 1, 31 mar. 2016.

QUEVEDO, C. M. G. DE; PAGANINI, W. DA S. **Impactos das atividades humanas sobre a dinâmica do fósforo no meio ambiente e seus reflexos na saúde pública.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 16, n. 8, p. 3539–3539, ago. 2011.

RIBEIRO, H. M. C. et al**. Índice do Estado Trófico (IET) em águas amazônicas: baía do Marajó e baía do Guajará**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e547997376, 29 ago. 2020.

ROSE, T. H. et al. **Zooplankton dynamics in a highly eutrophic microtidal estuary**. Marine Pollution Bulletin, v. 142, p. 433–451, maio 2019.

SÁ, L. L. C. DE et al. **Ocorrência de uma floração de cianobactérias tóxicas na margem direita do Rio Tapajós, no Município de Santarém (Pará, Brasil)**. Revista Pan-Amazônica de Saúde, v. 1, n. 1, mar. 2010.

SAHOO, P. K. et al**. Influence of seasonal variation on the hydro-biogeochemical characteristics of two upland lakes in the Southeastern Amazon, Brazil**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 88, n. 4, p. 2211–2227, dez. 2016.

SANTOS, M. L. S. et al. **Influência da Expansão Urbana na Qualidade da Água em Reservatório da Região Amazônica (Belém, Pará)**. Boletim Técnico Científico do CEPNOR, v. 13, n. 1, p. 15–22, 31 dez. 2013.

SANTOS, M. L. S. et al. **Influência das Condições da Maré na Qualidade de Água do Rio Guamá e Baia do Guajará**. Boletim Técnico Científico do CEPNOR, v. 14, n. 1, p. 17–25, 31 dez. 2014.

SHAKHMATOV, A. S.; PAVLOVSKIY, E. V.; PAUKOV, A. G. **Desmid algae (Charophyta Conjugatophyceae) of Ekaterinburg, Middle Urals, Russia**. Folia Cryptog. Estonica, Fasc., v. 55, p. 7–15, 2018.

SILVA, D. F. DA et al. **Pressões ambientais sobre serviços ecossistêmicos hídricos em um manancial em Belém, Pará, Brasil**. Research, Society and Development, v. 9, n. 8, 15 jul. 2020.

SILVA, G. J. C. **Análise filogenética entre gêneros da subfamília Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae) com ênfase no gênero Harttia, baseada em caracteres moleculares**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2009.

SILVA, K. W. DOS S.; EVERTON, N. DOS S.; MELO, M. A. D. DE. **Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil***. Revista Pan-Amazônica de Saúde, v. 7, n. 3, p. 13–22, ago. 2016.

SINHA, E.; MICHALAK, A. M.; BALAJI, V**. Eutrophication will increase during the 21st century as a result of precipitation changes**. Science, v. 357, n. 6349, p. 405–408, 28 jul. 2017.

ŠORF, M. et al. **Zooplankton response to climate warming: a mesocosm experiment at contrasting temperatures and nutrient levels**. Hydrobiologia, v. 742, n. 1, p. 185–203, jan. 2015.

SOUSA, B. L. DE M. et al. **Índice de Estado Trófico de Lagos de Águas Claras Associados ao Baixo Rio Tapajós, Amazônia, Brasil**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 9, n. 7, p. 76–89, 24 set. 2018.

SOUSA, N. S. S. et al. **Effects of Sewage on Natural Environments of the Amazon Region (Pará-Brazil)**. Journal of Coastal Research, v. 75, n. sp1, p. 158–162, 3 mar. 2016.

SOUTO, C. K. B. et al. **Fatores antrópicos de poluição hídrica na bacia do tucunduba em Belém-PA**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 9, p. 13824–13834, 2019.

SOUZA, J. S. DE et al. **Application of concentrations and proportions of nutrients in the diagnosis of eutrophication**. Revista Vértices, v. 16, n. 1, 2014.

ŠPOLJAR, M.; TOMLJANOVIĆ, T.; LALIĆ, I. **Eutrophication impact on zooplankton community**. p. 12, 2011.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficinas de textos, 2008.

VASCONCELOS, V. M. M.; SOUZA, C. F. **Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil**. Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 6, n. 2, p. 305–324, 31 ago. 2011.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília: Embrapa, 2017.

CAPÍTULO 15

QUÍMICA ATMOSFÉRICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO CENTRO DA AMAZÔNIA: UM ESTUDO NA FLONA DO TAPAJÓS

Data de aceite: 01/05/2022
Data de submissão: 22/03/2021

Gabriel Brito Costa
Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém Pará
http://lattes.cnpq.br/0980355943575182

Ana Carla dos Santos Gomes
http://lattes.cnpq.br/7570030284513470

Sarah Suely Alves Batalha
http://lattes.cnpq.br/6697577781262771

Glauce Vitor da Silva
http://lattes.cnpq.br/0491000360565155

RESUMO: Devido a necessidade de mais estudos para se compreender a química atmosférica na região amazônica, seus controles e interações com a sazonalidade das variáveis ambientais, este estudo buscou compreender os padrões e influências das concentrações de CO_2 e H_2O através de medidas de campo em um sítio experimental na Flona do Tapajós-PA. Os dados da torre micrometeorológica correspondem ao período de 2002 a 2006, com medidas de fluxos de energia (Eddy Covariance) e medidas de concentração de gases estufa (CO_2 e H_2O). Os resultados sugerem que os padrões de H_2O sofrem influência do vento na região, apresentando maiores concentrações quando o vento advém da direção do rio Tapajós (entre W-NW), e geralmente é mais seco quando o vento advém das regiões de pastagem próximas (entre N-E), com concentrações médias em torno de 25 mmol/mol. O ciclo do CO_2 também mostra sazonalidade definida, e aparentemente tem controle pela oferta radiativa, que faz com que haja menores emissões nos períodos mais quentes da região, devido ao controle estomático da vegetação, com concentrações médias em torno de 390 ppm.

PALAVRAS-CHAVE: Gases estufa, mudanças climáticas, micrometeorologia.

ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND ENVIRONMENTAL VARIABLES IN THE CENTRAL AMAZON: A STUDY IN THE TAPAJÓS FLONA

ABSTRACT: Due to the need for more studies to understand the atmospheric chemistry in the Amazon region, its controls and interactions with the seasonality of environmental variables, this study sought to understand the interannual patterns of energy flows and seasonal patterns of CO_2 and H_2O concentration through measurements field in an experimental site in Flona do Tapajós-PA. The micrometeorological tower data correspond to the period from 2002 to 2006, with measurements of energy flows (Eddy Covariance) and measurements of greenhouse gas concentrations (CO_2 and H_2O). The results suggest that the H_2O patterns are influenced by the wind in the region, presenting higher concentrations when the wind comes from the direction of the Tapajós River, and it is generally drier when the wind comes from the nearby pasture regions, with average concentrations around 25 mmol.mol. The CO_2 cycle also shows a defined seasonality, and apparently is controlled by the radiative supply, which causes lower

emissions in the hottest periods of the region, due to the stomatal control of the vegetation, with average concentrations around 390 ppm.
KEYWORDS: Greenhouse gases, climate change, micrometeorology.

1 | INTRODUÇÃO

Estudar a química atmosférica da região amazônica tem sido um dos principais temas nos estudos climáticos dos últimos anos, dado que elementos como os Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) que são emitidos pela vegetação desempenham um papel importante nas relações ecológicas, no ciclo do carbono e na ligação biosfera-atmosfera (Kessler & Baldwin, 2001; Greene & Gordon, 2003; Goldstein & Galbally, 2007; Schmelz et al., 2009), além das interações entre aerossóis, gases estufa e formação de nuvens na região . Quando emitidos para a atmosfera, grande parte destas partículas estão sujeitas a reações de oxidação. Embora ainda existam algumas incertezas quanto ao mecanismo das reações, é fato que essas reações afetam a capacidade oxidativa em nível troposférico, consequentemente influenciando na formação e concentração de outros gases traços (LAOTHAWORNKITKUL et al., 2009). Esses compostos de carbono podem reagir com radicais ozônio, hidroxila e nitrato, levando à formação de compostos secundários menos reativos, que desta forma levam à formação de Aerossóis Orgânicos Secundários (SOAs). Esses aerossóis exercem importante impacto no clima por meio de interações com a radiação e devido a sua capacidade de moldar a formação de Núcleos de Condensação de Nuvens (CCN) que atraem moléculas de água formando densas gotas de chuva que caem no local (PÖSCHL et al., 2010; MARTIN et al., 2010).

A floresta é resiliente em relação às variações climáticas naturais; no entanto, as interações entre as variações climáticas e as mudanças no uso da terra e na cobertura da terra estão levando a ecossistemas florestais cada vez mais fracos (DAVIDSON et al, 2012). As concentrações atmosféricas de CO2 aumentaram vertiginosamente na Era pré-industrial, atingindo na atmosfera valores muito superiores aos que possivelmente ocorreram nos últimos 800 mil anos, tendo ultrapassado os 405 ppm de concentração (WMO, 2018). O H2O e o CO2 são gases estufa, que absorvem a radiação de onda longa emitida pela terra e são conhecidos por terem efeitos significativos sobre a temperatura global (IPCC, 2001). A taxa de atmosférica de acúmulo de CO2 tem sido mais ou menos uma fração constante das emissões de CO2 através da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, mudanças no uso da terra e produção de cimento. Variáveis atmosféricas como temperatura, precipitação, radiação (direta e difusa) afetam a fotossíntese e / ou respiração e podem modificar a troca líquida de carbono, padrões de alocação de carbono, e / ou produtividade global, e por feedback podem alterar as concentrações de H2O, fazendo-se necessário mais estudos para criar melhor entendimento sobre a dinâmica do ciclo do carbono na atmosfera. Nota-se, portanto, que existe a necessidade em se criar um

melhor entendimento sobre os ciclos biogeoquímicos dos gases citados na região, suas relações com os fluxos energéticos e variáveis ambientais para tentar responder questões centrais sobre o controle da floresta sobre o clima e as emissões destes gases, linha de pesquisa esta onde se enquadra este estudo, cujos principais resultados serão discutidos a seguir.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo se aplica na Floresta Nacional do Tapajós (FNT, 54° 58'W, 2° 51'S), que se situa perto da Rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163), no km 67 (Figura 1). A FNT é delimitada pelo rio a Tapajós para o oeste e a rodovia BR-163 a leste, estendendo-se 50 km a 150 km ao sul da cidade de Santarém-PA. Na parte leste da BR-163 a paisagem é extensivamente desenvolvida para a agricultura. A torre foi instalada a aproximadamente 6 km a oeste da rodovia BR-163 . Os dados analisados são de fluxos e concentrações de CO_2 e H_2O associados com medições meteorológicas. As medidas vão de janeiro de 2002 a janeiro de 2006, com médias diárias e mensais de dados horários, sendo plotados seus perfis médios mensais com intervalo de confiança de 95% para a média, sendo os de fluxos e demais variáveis pertencentes ao Programa de Larga-Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA) disponíveis no período de 2002 a 2006 (Saleska et al. 2013), acessíveis através do site https://daac.ornl.gov. Os fluxos de CO_2 e H_2O foram medidos em dois níveis (58m e 47m) por meio analisador de caminho fechado (LICOR- 6262) e foi utilizado um Anemômetro Campbell CSAT3 para as medidas tridimensionais do vento. Todas as técnicas estatísticas mencionadas e plots descritos foram realizadas com o auxílio do software estatístico livre R 4.2.1. (R, 2022).

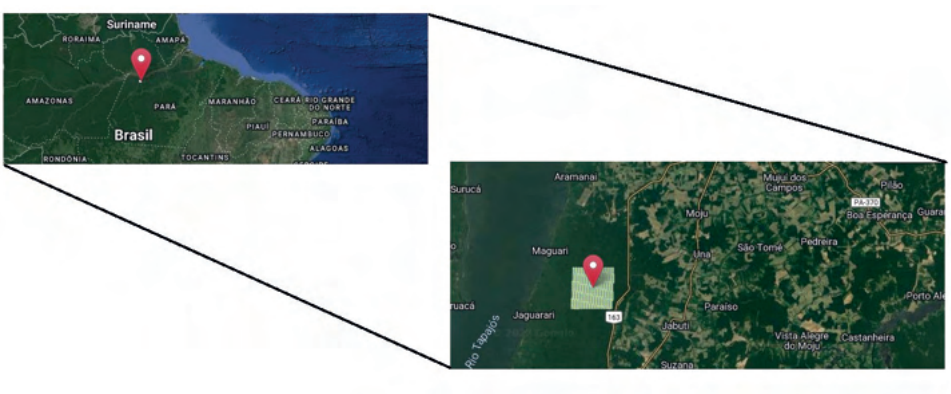
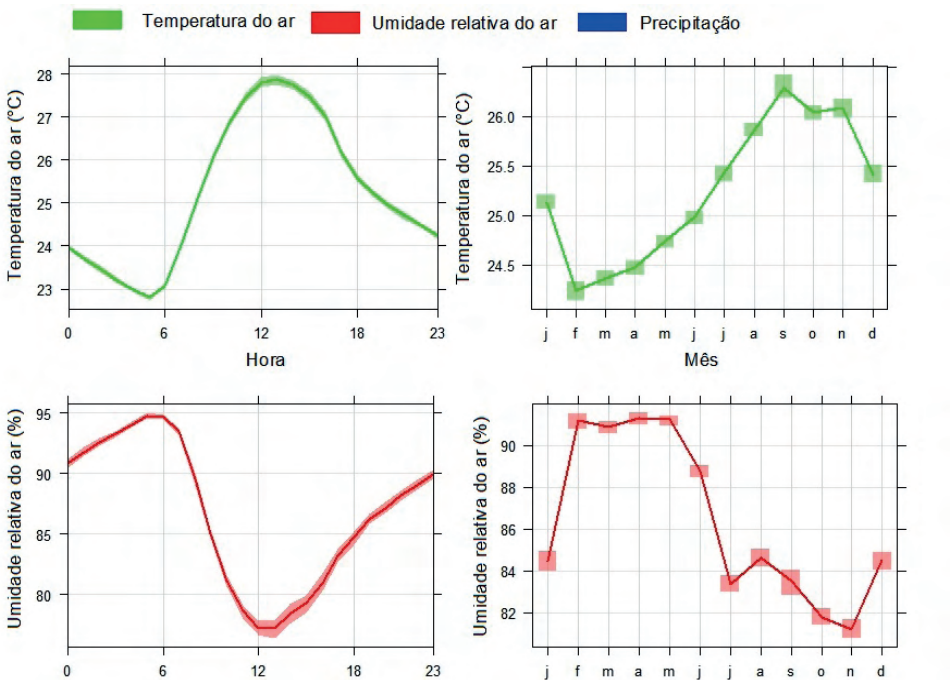


Figura 1. Localização e fisionomia superficial no entorno da torre micrometeorológica localizada na FNT no km 67 (Belterra-PA). Fonte: Google Earth.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra os padrões médios mensais e horários das variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação) com variabilidade diária bem definida na temperatura e umidade (máximo de temperatura e mínimo de umidade relativa por volta das 14h locais), assim como a sazonalidade anual também é bem configurada, com o máximo de temperatura do ar ocorrendo no auge da estação seca local (mês de setembro), sendo a ocorrência do mínimo de umidade relativa do ar somente 2 meses depois (mês de novembro), época onde se identifica a retomada do período chuvoso local, que tem seus máximos de precipitação no mês de fevereiro (ocasionando o máximo de umidade relativa do ar e mínimo de temperatura do ar) mantendo elevados os índices de precipitação até o mês de maio, indicando o fim da estação chuvosa e início da estação de transição para a estação seca, que é reportado regularmente compreendendo o período entre 15 de julho e 15 de Dezembro (Hutyra et al., 2007). Estes padrões refletem diretamente na partição dos fluxos de energia (figura 3) onde os máximos de radiação, fluxo de calor latente e sensível ocorrem no mês de setembro, mostrando que os fluxos de energia são altamente dependentes da energia disponível no local. Estes padrões meteorológicos já foram discutidos em outros artigos (Rocha et al., 2009, Hutyra et al., 2007) trazendo de nova informação o intervalo de confiança de 95% da média em cada medida (áreas hachuradas em torno da linha de média).



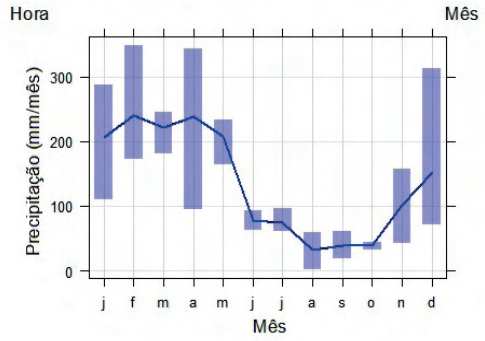


Figura 2. Padrões médios horários e mensais de temperatura do ar (linha verde), umidade relativa do ar (linha vermelha) e médias mensais dos acumulados de precipitação (linha azul) no período de 2002 a 2006 na FNT.

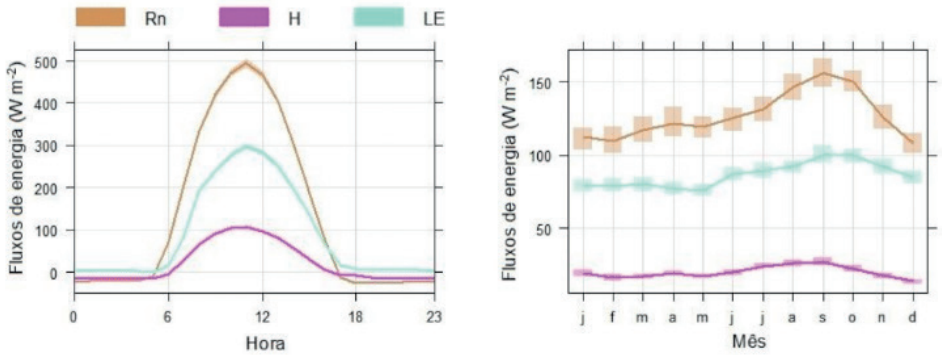


Figura 3. Padrões médios horários e mensais de temperatura do ar (linha verde), umidade relativa do ar (linha vermelha) e médias mensais dos acumulados de precipitação (linha azul) no período de 2002 a 2006 na FNT.

A figura 4 mostra os padrões médios mensais e horários das variáveis concentração de CO_2 (linha preta) e concentração de H_2O (linha laranja). Por serem variáveis ligadas a fenologia do ambiente, seus padrões diários seguem não só a variação térmica (camada limite), como também a atividade de interação biosfera-atmosfera. As concentrações de CO_2 e H_2O mostram seus máximos por volta das 6h locais, que corresponde a hora mais fria do dia, momento em que a camada limite local está menos espessa, favorecendo às altas concentrações. As concentrações tendem a diminuir ao longo do dia conforme o aquecimento diurno, sendo a concentração de H_2O a que possui maior variabilidade horária, ligada diretamente com os episódios de precipitação no local.

As maiores concentrações de H_2O ocorrem no mês de maio, ainda como efeito do deplecionamento da umidade atmosférica depois dos máximos de precipitação no mês de abril. Já as concentrações de CO_2 seguem a resposta do ecossistema às ofertas de água e energia, fazendo com que os máximos ocorram no mês de dezembro, enquanto os

mínimos ocorrem no mês de outubro. Isto é uma resposta direta ao máximo aquecimento que ocorre em setembro (Hutyra et al., 2007) devido o controle estomatal das plantas e o reinício da estação chuvosa no mês de dezembro, fazendo com que seja um dos meses com maio variabilidade nas chuvas. Estes padrões estão ligados diretamente com a senescência foliar (Huete et al., 2006) no caso das menores emissões e produção de novas folhas (aumento da capacidade fotossintética) no local com a retomada das chuvas a partir do mês de dezembro, no caso do significativo aumento das concentrações neste período.

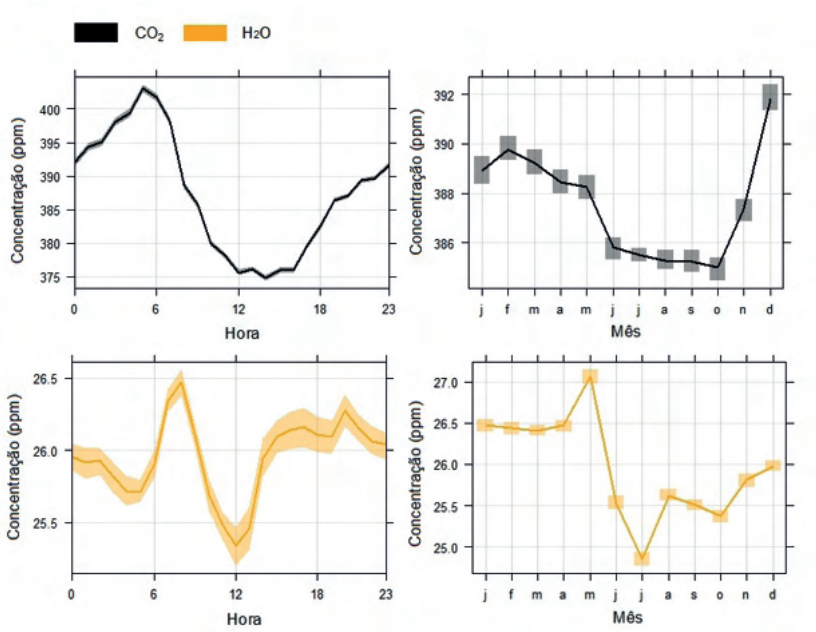


Figura 4. Médias diárias da série histórica de umidade relativa do ar para a cidade de Macapá-AP.

Como a FNT é caracterizada por ventos alísios persistentes (Lu et al., 2005), as figuras 5 e 6 mostram as variações dos gases analisados de acordo com a direção do vento, uma vez que os ventos no topo da torre (64 m) são predominantemente do leste e nordeste (Hutyra et al., 2007) e a torre é circuncidada por diferentes fisionomias superficiais. Os resultados mostram que existem padrões distintos de emissões de CO_2 e H_2O por direção do vento, com maiores concentrações de CO_2 advindas das direções entre os quadrantes N-E-S e menores concentrações de CO_2 advindas das direções entre os quadrantes S-W-N, opostamente ao que ocorre com as concentrações de H_2O, que são maiores advindas das direções entre os quadrantes S-W-N e menores advindas das direções entre os quadrantes N-E-S. Estes padrões estão diretamente ligados às coberturas superficiais no entorno da torre (figura 1), onde localiza-se um grande corpo hídrico (Rio Tapajós) e fisionomia de floresta muito mais preservada entre os quadrantes S-W-N e uma região intensamente

antropizada entre os quadrantes N-E-S, fazendo com que as concentrações destes gases medidos na torre sejam influenciadas dependendo da direção do vento, que mostra os possíveis impactos da mudança de uso do solo no local (pastagens, plantios de soja, milho e outras monoculturas) no que concerne à emissão de gases estufa, conforme já mostrado em outros trabalhos (COSTA et al., 2015; COSTA et al., 2020).

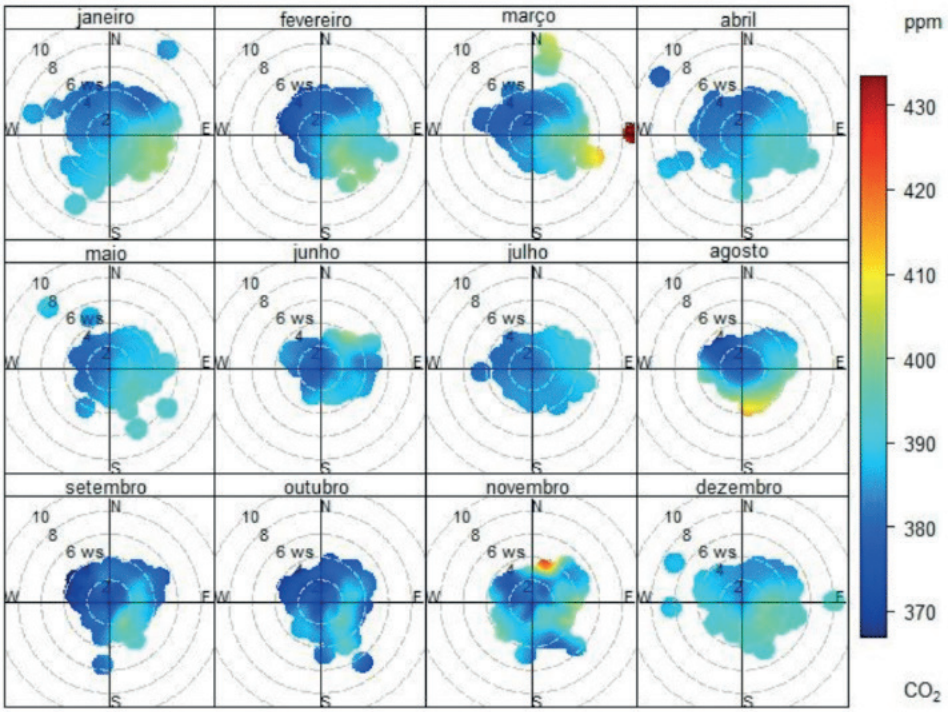


Figura 5. Padrões mensais de concentração de CO_2 por direção do vento.

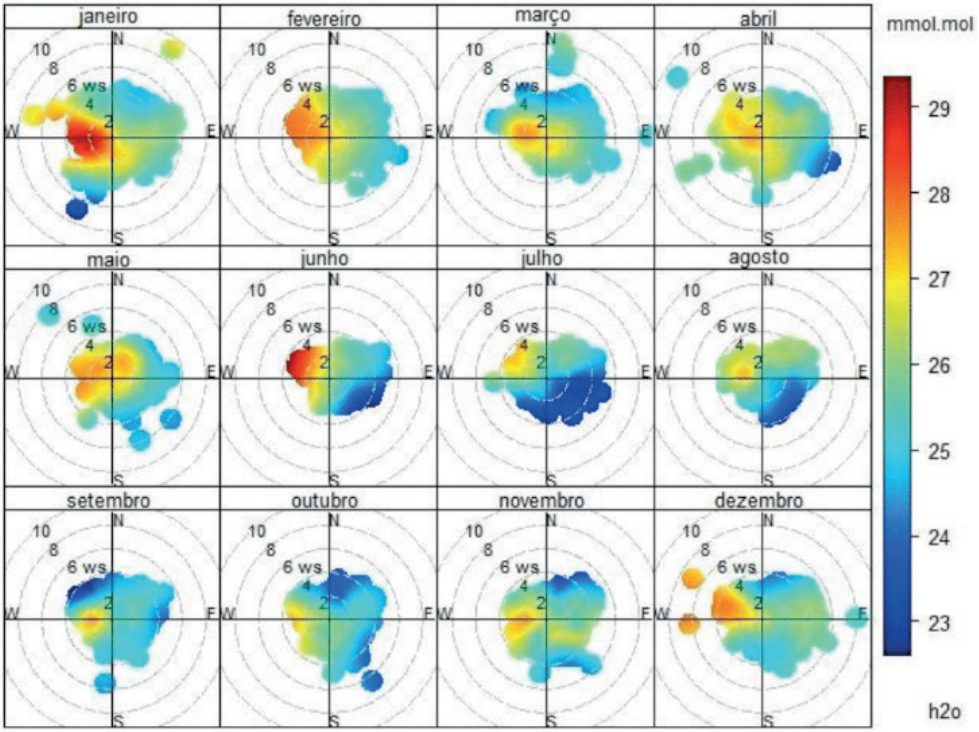


Figura 6. Padrões mensais de concentração de H_2O por direção do vento.

4 I CONCLUSÕES

As principais conclusões retiradas do estudo são:

* Os padrões de H_2O sofrem influência do vento na região, apresentando maiores concentrações quando o vento advém da direção do rio Tapajós, e geralmente é mais seco quando o vento advém das regiões de pastagem próximas.

* O ciclo do CO_2 também mostra sazonalidade definida, e aparentemente tem controle pela oferta radiativa, que faz com que haja menores emissões nos períodos mais quentes da região, devido ao controle estomático da vegetação.

REFERÊNCIAS

COSTA, G. B. **Fluxos de energia, CO_2 e CH_4 sobre a floresta em planície de inundação da Ilha do Bananal**. Piracicaba: Tese de doutorado, 2015. 142 p.

COSTA,G.B.; DA ROCHA, H.R. ; COLLICHIO,E. ; DE FREITAS, H.C. ; BORMA, L. S. . **Medidas micrometeorológicas e de ciclo atmosférico de CH_4 e CO_2 em uma floresta de inundação na região da Ilha de Bananal, Tocantins.** In: Renato Torres Pinheiro. (Org.). Biodiversidade na região da ilha do Bananal/Cantão. 1ed.Palmas: EDUFT, 2020, v. 1, p. 7-29.

DAVISON, B. et al**. Concentrations and fluxes of biogenic volatile organic compounds above a Mediterranean macchia ecosystem in western Italy.** Biogeosciences, 6, 14 August 2009. 1655– 1670. Disponivel em: <https://www.biogeosciences.net/6/1655/2009/>.

GOLDSTEIN, A. H.; GALBALLY, I. E. **Known and Unexplored Organic Constituents in the Earth's Atmosphere.** Environmental Science & Technology, 41, 1 March 2007. 1514–1521. Disponivel em: <https://cdn-pubs.acs.org/doi/10.1021/es072476p>.

GREENE, M. J.; GORDON, D. M. **Cuticular hydrocarbons inform task decisions**. Nature, 423,1 May 2003. 32-32.

HUTYRA, L. R. et al. **Seasonal controls on the exchange of carbon and water in an Amazonian rain forest.** Journal of Geophysical Research, v. 112, p. 1-16, 1 August 2007. Disponivel em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2006JG000365>.

HUTYRA, L., S. WOFSY AND S. SALESKA. 2008**. LBA-ECO CD-10 CO2 and H2O Eddy Fluxes at km 67 Tower Site, Tapajos National Forest**. Data set. Available on-line [http://www.daac.ornl.gov] from Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, ennessee, U.S.A. doi:10.3334/ORNLDAAC/860

IPCC (Intergovernamental Panel on Climate Change), Climate Change 2007 - **The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007.

IPCC. IPCC 2007: Climate Change 2007: **Synthesis Report**. Contribution of WorkingGroups I, II and III to the Fourth Assessment. Geneva, Switzerland, p. 144. 2007.

KESSLER, A.; BALDWIN, I. **Defensive Function of Herbivore-Induced Plant Volatile Emissions in Nature.** Science, 291, 16 March 2001. 2141-2144. Disponivel em: <http://science.sciencemag.org/content/291/5511/2141>.

PÖSCHL, U. et al. **Rainforest Aerosols as Biogenic Nuclei of Clouds and Precipitation in the Amazon**. Science, 329, 17 September 2010. 1513-1516. Disponivel em: <http://science.sciencemag.org/content/329/5998/1513>.

ROCHA, H. R. et al. (2009). **Patterns of water and heat flux across a biome gradient from tropical forest to savanna in Brazil**. J. Geophys. Res.,114, G00B12, doi:10.1029/2007JG000640.

SCHMELZ, E. A. et al. **Phytohormone-based activity mapping of insect herbivore-produced elicitors**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(2), 13 January 2009. 653– 657. Disponivel em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2626758/>.

CAPÍTULO 16

SUSTENTABILIDADE: RESSIGNIFICAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS COMO INSUMOS CIRCULARES

Data de aceite: 01/05/2022

Jorge Menezes da Cunha
http://lattes.cnpq.br/8249072211373382

Marcus Vinícius de Araújo Fonseca
http://lattes.cnpq.br/7722873668622044

Jo Dweck
http://lattes.cnpq.br/0894293308905127

RESUMO: O setor de mineração compreende uma atividade econômica cujos impactos ambientais são inerentes a sua cadeia produtiva. Com isso, o desenvolvimento sustentável representa uma pressão de ressignificação estimulada, sobretudo, por regulações que limitam a atuação do setor. Neste sentido, a gestão de resíduos sólidos é um tema relevante e cuja imperícia pode gerar circunstâncias irreparáveis como a perda de vidas, impactos sobre a biodiversidade e dificuldade à retomada de atividades locais. Logo, soluções tecnológicas propostas para reintroduzir resíduos à cadeia de suprimentos são mandatórias. Este trabalho propõe um estudo de ressignificação de um resíduo de processamento de minérios de zinco como insumo para a produção de materiais vítreos para a construção civil.

PALAVRAS-CHAVES: Química Ambiental; Sustentabilidade; Resíduo Sólido.

INTRODUÇÃO

Estima-se que desde o reconhecimento da economia de escala e do modelo industrial de desenvolvimento socioeconômico de produção em massa, a população mundial consome um planeta e meio por ano (WEETMAN, 2019), levando tensão ao debate sobre os limites de resiliência da Terra – ou seja, a biocapacidade – e a ameaça à estabilidade das condições do sistema terrestre (STEFFEN *et al.*, 2015). Por sua vez, os conceitos e métodos preconizados pela economia circular (STAHEL, 2016; BERGER *et al.*, 2020; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION *et al.*, 2020; SONDEREGGER *et al.*, 2020) indicam alternativas para reduzir a geração de resíduos e os impactos provenientes da depleção de recursos naturais, orientando para uma transição que permita a restauração de fluxos mássicos e energéticos. Por isso, a avaliação dos potenciais científico e tecnológico de resíduos industriais têm motivado ações e propostas de organizações do setor produtivo.

Neste sentido, a avaliação da viabilidade do processamento de resíduos como materiais substituintes às matérias-primas utilizadas na fabricação de vidros e vitro-cerâmicas (FONSECA, 1990; FONSECA e SANTOS, 1993; OLIVEIRA, 2000; FONSECA *et al.*, 2004; RAWLINGS *et al.*, 2006; ZANOTTO, 2010; FONSECA *et al.*, 2019) representa uma alternativa à destinação desses efluentes indesejáveis de processo às barragens, pilhas de resíduos secos e estéreis de mina, tendo em vista que contentamentos em torno destas

alternativas representam, por exemplo, riscos já materializados nas tragédias ocorridas em Brumadinho e Mariana, no estado brasileiro de Minas Gerais. Estes eventos motivaram a revisão da Lei 12334/2010, que implantou a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), e a sua atualização pela Lei 14066/2020 (BRASIL, 2021).

O objetivo deste trabalho é comparar os resultados de viabilidade tecnológica do resíduo de processamento de minérios de zinco da unidade Três Marias da empresa *Nexa Resources* (U3M) com diferentes misturas de resíduos obtidos por OLIVEIRA (2000) para a produção de vidros e vitro-cerâmicas. Dessa forma, propõe-se uma alternativa sustentável para a valorização de resíduos de mineração – i.e. *upcycling* (WEETMAN, 2019) – a montante do processo tecnológico em questão e o conceito de prova de um potencial substituinte de revestimentos cerâmicos tradicionais para a construção civil a jusante.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras do resíduo U3M foram submetidas à análise química (Absorção Atômica, Gravimetria e Plasma Acoplado Indutivamente) e o seu resultado foi parcialmente divulgado, por imposição de sigilo, pela empresa produtora. Com isso, foi possível identificar os elementos químicos majoritários e pertinentes a este estudo, estimando a sua composição em base de óxidos a fim de compará-la com as composições dos demais resíduos (OLIVEIRA, 2000).

Ainda, as amostras do resíduo U3M e do vidro derivado do resíduo (VU3M) foram analisadas por microscopia com aquecimento em equipamento Hesse-Instruments EMI II. O perfil adotado foi o aquecimento definido entre a temperatura ambiente e 800°C sob razão de aquecimento igual a 12°C • min^{-1} e entre 800°C e 1500°C sob razão de aquecimento igual a 10°C • min^{-1}. O procedimento obedeceu à normatização DIN 51730/ISO 540 (1995-03-15).

Além disso, amostras destes materiais foram analisadas por Difração de Raios-X (DRX), utilizando um espectrômetro de Raios-X da Rigaku, modelo Miniflex II, com tubo de Raios-X de cobre (Cu) e monocromador, para análise de estruturas cristalinas. O ensaio foi realizado pelo método do pó, *Powder Diffraction*, operando nas seguintes condições: Raios-X 40 kV/20 mA; varredura de 5º a 90º 2θ; degrau (step) de 0,02º.

Ademais, realizou-se a análise térmica diferencial (DTA) da amostra vítrea em equipamento da TA Instruments, modelo SDT Q600, sob razão de aquecimento igual a 10°C • min^{-1}, atmosfera de nitrogênio à vazão de 100 mL • min^{-1} e cadinhos de alumina para a amostra e referência (cadinho vazio). Ao término da análise, a amostra e a referência foram mantidas no equipamento e uma nova análise foi realizada mantendo as condições da análise anterior (branco). Então, procedeu-se à subtração do branco da análise inicial. Com isso, os ruídos e a aleatoriedade do instrumento foram minimizados e eventos térmicos sem relevância para o estudo foram eliminados, permitindo assim que o fenômeno

de cristalização fosse devidamente observado.

Em seguida, os resultados foram comparados com aqueles obtidos por OLIVEIRA (2000) para amostras de misturas de resíduos de diferentes naturezas. O autor avaliou a viabilidade tecnológica de resíduos de escória de alto-forno (EAF), catalisador exausto do processo de craqueamento de hidrocarbonetos (CEC) e resultantes da separação gravimétrica da mineração de cromita (JIG) como insumos para a produção de vidros e vitro-cerâmicas. As misturas foram preparadas de modo a reunir 70%$_{p/p}$ EAF e 30%$_{p/p}$ CEC (MRE73C), 40%$_{p/p}$ EAF, 30%$_{p/p}$ JIG e 30%$_{p/p}$ CEC (MRE4J33C) e 70%$_{p/p}$ JIG e 30%$_{p/p}$ CEC (MRJ73C).

A reunião dos resultados das técnicas de caracterização permitiu dimensionar os parâmetros de processo para a produção de corpos de prova de vidro e de vitro-cerâmica. O processo de produção do vidro consistiu na fusão do resíduo U3M, seguida da sua conformação a quente, do seu recozimento e resfriamento natural, enquanto a produção de vitro-cerâmica consistiu na fusão do resíduo U3M, sua conformação a quente e, finalmente, na realização de um tratamento térmico controlado. As operações de fusão e tratamento térmico controlado foram realizadas em fornos elétricos e a conformação a quente foi realizada com o auxílio de um molde acoplado a uma pinça.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química para a amostra U3M a seguir foram comparados com aqueles obtidos para amostras de misturas de resíduos constituídos de escória de alto-forno (EAF), catalisador exausto do processo de craqueamento de hidrocarbonetos (CEC) e da mineração de cromita (JIG) obtidos por OLIVEIRA (2000), segundo o teor em base calcinada de óxidos indicado na Tabela 1.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	Fe_2O_3	MnO	Cr_2O_5	ZnO	PbO	CdO	CuO	AgO	BaO
MRE73C	44,1%	22,6%	27,5%	4,9%	< 0,1%	< 0,1%	0,8%	< 0,1%	< 0,1%	-	-	-	-	-	-
MRE4J33C	50,6%	18,8%	15,7%	9,8%	< 0,1%	0,1%	3,2%	0,3%	1,4%	-	-	-	-	-	-
MRJ73C	53,2%	16,3%	1,4%	18,8%	0,5%	0,7%	4,8%	0,2%	4,0%	-	-	-	-	-	-
U3M	34,70%	0,22%	10,63%	0,83%	< 0,1%	< 0,1%	5,62%	< 0,1%	< 0,1%	3,12%	1,96%	< 0,1%	< 0,1%	< 0,1%	0,10%

Tabela 1. Composição das misturas de resíduos realizadas por OLIVEIRA (2000) e do resíduo U3M.

A soma dos teores de SiO_2 e Al_2O_3 nas misturas são inferiores a 85%$_{p/p}$, limite a partir do qual STRNAD (1986) prediz temperaturas de escoamento iguais ou superiores a 1650°C. Portanto, esta avaliação orienta favoravelmente o estudo de viabilidade técnica e econômica no sentido de utilização potencial do resíduo como matéria-prima para a produção de vidros e vitro-cerâmicas.

Em comparação com as misturas anteriores, a amostra U3M apresentou baixos teores de SiO_2 e Al_2O_3, o que sugere um valor de temperatura de escoamento inferior ao

esperado para os demais resíduos. De forma complementar, considerou-se posteriormente o DRX da amostra VU3M, proveniente do resíduo, para atestar a formação de vidro. Além disso, o baixo valor do teor de SiO_2, um importante indutor da formação de redes vítreas em sistemas constituídos de óxidos, indicou a eventual necessidade de introduzir adições à composição do resíduo.

Por sua vez, os resultados da análise de microscopia com aquecimento da amostra U3M (Tabela 2) permitiram identificar a temperatura de escoamento da massa fundida do resíduo e de seu vidro correspondente. Estes valores de temperatura apresentaram-se comparáveis aos valores da temperatura de escoamento das misturas de resíduos e de seus respectivos vidros, os quais foram cristalizados para obtenção de vitro-cerâmicas. Estes resultados são coerentes com a predição de STRNAD (1986), citada anteriormente.

Além disso, determinaram-se os pontos de deformação e semiesfera da amostra VU3M a fim de atestar a viabilidade do processo de fabricação de vitro-cerâmica. O valor correspondente ao ponto de deformação é importante para avaliar o método convencional de fabricação de materiais vitro-cerâmicos, pois a cristalização do vidro ocorre mediante o aquecimento controlado e o produto vitro-cerâmico futuro pode exibir defeitos se submetido a valores superiores ao ponto de deformação.

Por sua vez, a temperatura de semiesfera orienta a definição das temperaturas de processo visto que exibe o máximo da deformação e o início do escoamento. Desta forma, indica o valor de temperatura a partir do qual o material não sustenta o seu próprio peso e os efeitos da redução da viscosidade passam a ser sentidos, culminando, portanto, na diminuição de atrito interno e, assim, no início do escoamento. Vale ressaltar que a viscosidade ainda é elevada neste ponto e alcança o mínimo apenas no ponto de escoamento.

Material analisado	Ponto de deformação (°C)	Ponto de semiesfera (°C)	Ponto de escoamento (°C)
Resíduo U3M	1140	1160	1239
VU3M*	1160	1174	1270
EAF	1335	1356	1361
CEC*	¾	¾	¾
JIG	1400	1437	1520
MRE73C*	1200	1213	1224
Vidro E73C	1202	1218	1239
MRE4J33C*	1255	1257	1290
Vidro E4J33C	1222	1227	1237
MRJ73C*	1278	1305	1385
Vidro J73C	1298	1311	1350

Tabela 2. Resultados da análise de microscopia com aquecimento dos resíduos, de suas misturas e seus vidros correspondentes.

*MRE73C = Mistura de Resíduo 70%$_{p/p}$ Escória e 30% $_{p/p}$ Catalisador Exausto; MRE4J33C = Mistura de Resíduo 40%$_{p/p}$ Escória, 30%$_{p/p}$ Catalisador Exausto e 30%$_{p/p}$ *Cromita*; MRJ73C = Mistura de Resíduo 70%$_{p/p}$ *Cromita* e 30%$_{p/p}$ Catalisador Exausto. VU3M = Vidro proveniente do resíduo U3M. O resíduo CEC permaneceu inalterado ao longo da análise.

O registro das imagens da amostra VU3M ao longo do aquecimento controlado por microscopia com aquecimento permitiu ainda avaliar a variação da forma da amostra. Utilizou-se a retração linear como critério para definir o intervalo da temperatura de sinterização e verificou-se que este intervalo está compreendido entre 1080°C e 1160°C (Figura 1), admitindo como temperatura inicial do intervalo aquela indicada pelo método da temperatura de início extrapolado.

Destaca-se que a interpretação do resultado da Difração de Raios-X da amostra do resíduo U3M (Figura 2) elucidou a presença de fases cristalinas e a predição da emissão de gases nocivos ao meio ambiente durante o tratamento térmico da amostra, como óxidos de enxofre provenientes das fases *anglesita, esfarelita, gipsita e jarosita* (FONSECA *et al.*, 2019). Com isso, a necessidade de uma unidade de tratamento de gases para a potencial produção de ácido sulfúrico, um insumo químico, a partir do resíduo evidenciou-se mandatória.

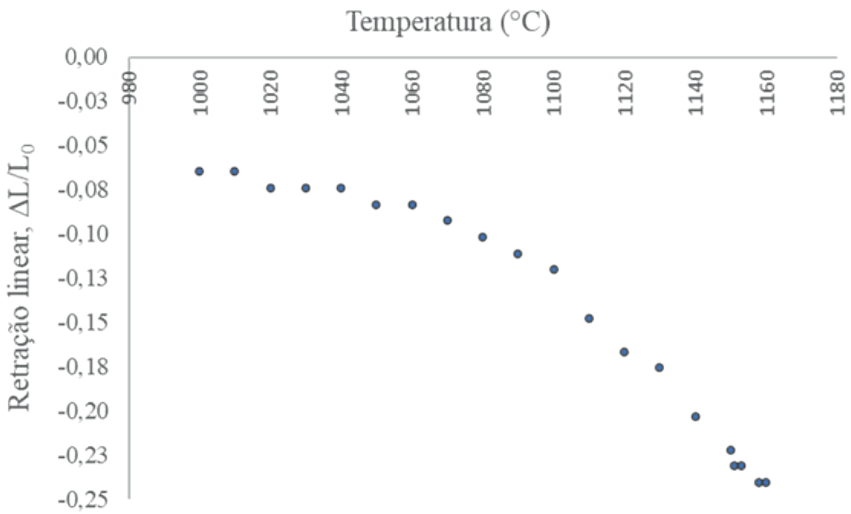


Figura 1. Curva de retração linear utilizada para estimar o intervalo de temperatura de sinterização da amostra VU3M.

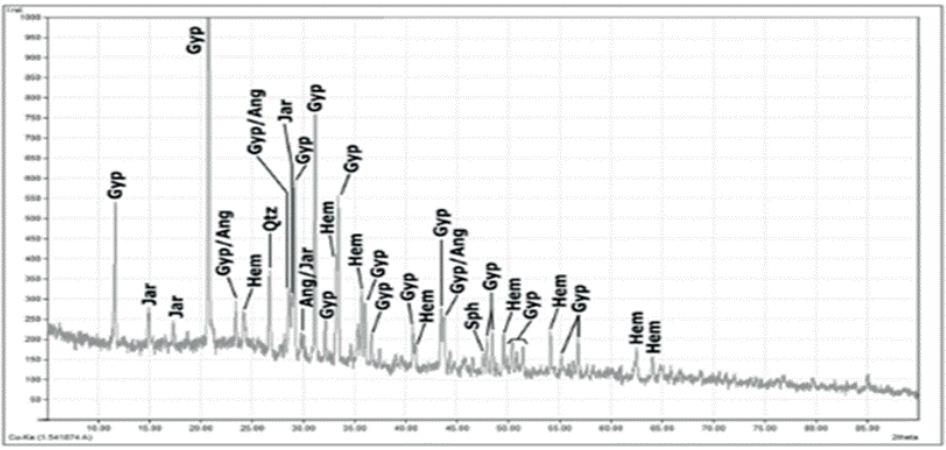


Figura 2. Difratograma resultante da análise de DRXdo resíduo U3M.

Vale destacar que a fusão do resíduo elimina as fases cristalinas. Sendo assim, a amostra VU3M foi obtida a partir do resfriamento abrupto da massa fundida do resíduo U3M – i.e. *quenching* –, para a qual observou-se em seguida um difratograma ausente de fases cristalinas, confirmando a produção de material vítreo. Posteriormente, a amostra foi cominuída e classificada por peneiramento a fim de obter um material para análise térmica diferencial (DTA) cujo tamanho de grãos estivesse compreendido entre aquele do passante de peneira de abertura igual a 425 µm e o do retido daquela de abertura igual a 300 µm. O resultado do DTA é exibido na Figura 3.

Observaram-se dois fenômenos térmicos característicos. O primeiro corresponde à deflexão da curva na faixa de temperatura entre 575°C e 700°C, típico de uma mudança na linha base. Esta mudança refere-se à variação no calor específico da amostra, o que indica uma faixa de relaxação e, portanto, a temperatura de transição-vítrea com início extrapolado em 575°C. O segundo corresponde a um pico exotérmico à temperatura igual a 850°C, revelando o fenômeno de cristalização.

Os vidros obtidos por OLIVEIRA (2000) apresentaram temperatura de transição-vítrea em torno de 750°C e temperatura de cristalização entre 950°C e 1050°C. Estes valores são superiores àqueles correspondentes à amostra VU3M. Observou-se, portanto, que as condições de processo para promover a cristalização de amostras vítreas VU3M são moderadas se comparadas às condições das demais amostras. Todas as condições, por outro lado, são viáveis técnica e economicamente para a produção de materiais vitro-cerâmicos, representando-se como alternativa às barragens, pilhas de resíduos e estéreis de mina.

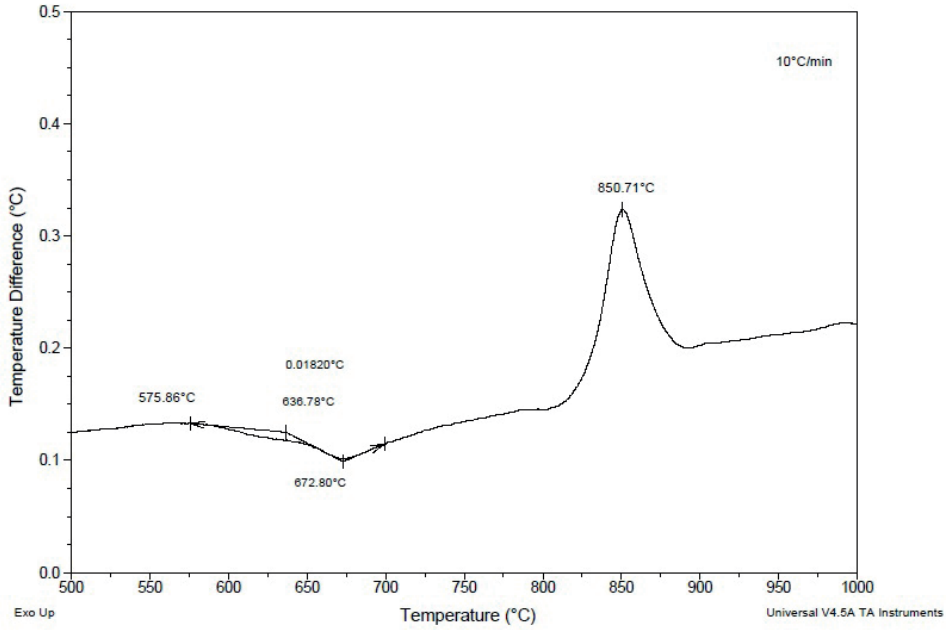


Figura 3. Curva DTA daamostra VU3M obtida mediante razão de aquecimento igual a 10°C/mine atmosfera inerte.

Em seguida, a amostra cristalizada foi caracterizada por DRX a fim de identificar as fases cristalinas resultantes do processamento térmico e comparada com aquelas estudadas por OLIVEIRA (2000). Observou-se que a fase cristalina majoritária na vitro-cerâmica obtida a partir da amostra VU3M foi a *hedenbergita*, um ciclopiroxênio, enquanto as vitro-cerâmicas obtidas pelas misturas de resíduos por OLIVEIRA (2000) apresentam as fases *diopsídio* e *wolastonita* na amostra VCE73C, *anortita* e d*iopsídio* na amostra VCE4J33C e *enstatita, magnesocromita* e *quartzo* na amostra VCJ73C.

O corpo de prova vítreo, indicado à esquerda na Figura 4, foi produzido pela fusão do resíduo U3M a 1400°C, conformação a quente e recozimento a 675°C, enquanto a vitro-cerâmica, indicado à direita na Figura 4, foi produzida pela fusão do resíduo U3M a 1400°C, conformação a quente e tratamento térmico controlado em dois estágios: recozimento a 675°C e cristalização a 850°C. Os tempos de permanência no interior da câmara do forno foram duas horas e seis horas, respectivamente, para o recozimento e a cristalização.

Figura 4. Monolitos de vidro e vitro-cerâmica obtidos a partir do resíduo U3M.

Ressalta-se que a temperatura *liquidus* do resíduo U3M foi superior à indicada na microscopia com aquecimento. Isto se justifica em função da presença de gradientes de temperatura desfavoráveis nas condições operacionais disponíveis. Por outro lado, o recozimento foi selecionado a partir do intervalo considerado para o relaxamento com início na temperatura de transição-vítrea, entre 575°C a 700°C.

Estes materiais apresentam-se como conceitos de prova para atender à demanda do setor da construção civil como alternativas a pisos e revestimentos cerâmicos tradicionais. Os materiais convencionais contribuem com a depleção de recursos minerais, uma consequência intrínseca ao extrativismo. Dessa forma, a introdução de resíduos à cadeia de suprimentos permite a restauração dos fluxos mássico e energético que contribuem para a economia do processo e a consolidação do desenvolvimento sustentável de acordo com os conceitos preconizados pela economia circular, ressignificando o conceito de resíduo.

CONCLUSÕES

Os resíduos considerados neste trabalho foram convertidos a vidros e, posteriormente, vitro-cerâmicas com o objetivo de fornecer ao setor de construção civil provas de conceito para a introdução de produtos alternativos aos pisos e revestimentos cerâmicos convencionais, que utilizam matérias-primas oriundas da exploração de recursos naturais. Por sua vez, apresentou-se uma alternativa sustentável à destinação destes resíduos em barragens e pilhas de resíduos secos, as quais representam riscos já materializados à adequada gestão, imobilização e aproveitamento de resíduos sólidos.

A viabilidade técnica da produção de vidros e vitro-cerâmicas a partir do resíduo de processamento de minérios de zinco foi atestada pela verificação da presença de óxidos formadores de rede vítrea em sua composição, pelos valores de temperatura de escoamento comuns àqueles convencionais, pela ausência de fases cristalinas e presença da temperatura de transição-vítrea no vidro, pelo pico exotérmico de cristalização bem definido no aquecimento do vidro, e observado posteriormente à temperatura de transição-

vítrea, e pela dispensa às adições, apesar do baixo teor de sílica na amostra de resíduo.

Além disso, a análise mineralógica por Difração de Raios-X permitiu identificar fases cristalinas no resíduo cuja decomposição térmica deve integrar o tratamento/aproveitamento de gases gerados. No caso, a geração de gases decorrentes das fases identificadas, como o trióxido de enxofre, potencializa a obtenção de produtos cuja comercialização é possível mediante sua inclusão no modelo de negócios da empresa geradora do resíduo. Desta forma, verificou-se a possibilidade de aumentar a circularidade nos processos industriais a partir do aproveitamento deste resíduo sólido.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). Agradece-se ao NUMATS I COPPE UFRJ, ao LabAT I EQ UFRJ e LABH2 I EQ UFRJ.

REFERÊNCIAS

BERGER, M.; SONDEREGGER, T.; ALVARENGA, R.; BACH, V.; CIMPRICH, A.; DEWULF, J.; FRISCHKNECHT, R.; GUINEÉ, J.; HELBIG, C.; HUPPERTZ, T.; JOLLIET, O.; MOTOSHITA, M.; NORTHEY, S.; PEÑA, C.A.; RUGANI, B.; SAHNOUNE, A.; SCHRIJVERS, D.; SCHULZE, R.; SONNEMANN, G.; VALERO, A.; WEIDEMA, B. P.; YOUNG, S. B. *Mineral resources in life cycle impact assessment – part II: recommendations on application-dependent use of existing methods and on future method development needs*. The International Journal of Life Cycle Assessment v. 25 p. 798-813. 2020.

Brasil. *II Relatório Anual de Segurança de Barragens de Mineração 2020*. Brasília. Ano Base 2020. ANM, 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; GRANTA DESIGN; LIFE. *Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity. Methodology*. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circularity-indicators/>. Acesso em: 13 fev. 2020.

FONSECA, M. V. A.; MOTTA, C. F. C.; RODRIGUES, L. M.; SIQUEIRA, M. F.; MONTEIRO, J. K. L. S.; GOMES, R. A. M. *Uso de Rejeitos de Mineração como Matéria-Prima para Produção de Materiais Vitro-cerâmicos*. In: XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. Belo Horizonte, 2019.

FONSECA, M. V. A.; OLIVEIRA, C. H.; NEUMANN, R.; ALCOVER NETO, A. *Sintering and Crystallization Studies of Industrial Waste Glasses*. Proceedings of the 8th International Congress on Applied Mineralogy, International Congress on Applied Mineralogy; 2004b; Águas de Lindóia, Brasil, p. 285-288.

FONSECA, M. V. A.; SANTOS, P.S. *Caracterização e desempenho de vidro e vitro-cerâmica obtidos a partir da reciclagem de rejeitos sólidos da industrialização do xisto.* Cerâmica 1993, 39 (259); 1-6.

FONSECA, M. V. A.; SOUZA, J. J. F.; TORRES-TAPIA, E. C.; VUGMAN, N. V. *On the nature of the reflecting coat in glass ceramic produced from industrial waste: Mössbauer and ESR spectroscopy.* Journal of Materials Science Letters 14 p. 799-801, 1995.

FONSECA, M.V.A. Reciclagem de Rejeitos Sólidos: Desenvolvimento, em escala de laboratório, de Materiais Vítreos a partir do Xisto Retortado de São Mateus do Sul, PR. Orientador: Pérsio de Souza Santos. São Paulo: USP/Escola Politécnica, 1990, 224p. Tese. (Doutorado em Engenharia – Engenharia Química).

OLIVEIRA, C.H. *Reaproveitamento de Rejeitos Industriais Inorgânicos Sólidos: avaliação do potencial de desenvolvimento de materiais vítreos e vitro-cerâmicos*. Tese (Doutorado) – UFRJ, IQ. 2000.

RAWLINGS, R. D.; WU, J. P.; BOCCACCINI, A. R. *Glass-ceramics: Their production from wastes – A Review*. J Mater Sci 41 p.733-761. 2006.

SONDEREGGER, T.; BERGER, M.; ALVARENGA, R.; BACH, V.; CIMPRICH, A.; DEWULF, J.; FRISCHKNECHT, R.; GUINEÉ, J.; HELBIG, C.; HUPPERTZ, T.; JOLLIET, O.; MOTOSHITA, M.; NORTHEY, S.; RUGANI, B.; SCHRIJVERS, D.; SCHULZE, R.; SONNEMANN, G.; VALERO, A.; WEIDEMA, B. P.; YOUNG, S. B. *Mineral resources in life cycle impact assessment – part I: a critical review of existing methods*. The International Journal of Life Cycle Assessment v. 25 p. 784-797. 2020.

STAHEL, W.R. *Comment: Circular Economy*. Nature. Vol 531. p.p. 435-438. 2016.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K; ROCKSTRÖM, J; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M. BIGGS, R.; CARPENTER, S. R.; DE VRIES, W.; DE WIT, C. A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G. M.; PERSSON, L. M.; RAMANATHAN, V.; REYES, B.; SÖRLIN, S. *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. Science 347, Edição 6223. 2015.

STRNAD, Z. *Glass-Ceramic Materials. Liquid Phase Separation, Nucleation and Crystallization in Glasses*. Glass and Technology 8, 1986.

WEETMAN, C. *A circular economy handbook for business and spply chains: repair, remake, redesign, rethink*. Autêntica Business©, 2019.

ZANOTTO, E. D. *A bright future for glass-ceramics*. American Ceramic Society Bulletin vol. 89, N°8 p. 18-27. 2010.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico em química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Licenciado em Química pela Universidade de Uberaba (2011), Licenciado em Ciências Biológicas pela Faculdade Única (2021). Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Docência do Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), Especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021). Mestre em Química (2015), Doutor em Química (2018) e estágio pós-doutoral (2020-2022) pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (*i*) desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (*ii*) estudos de monitoramento de CIE; *(iii*) desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CIE em diferentes matrizes aquáticas; (*iv*) aplicação de processos oxidativos avançados (H_2O_2/UV-C, TiO_2/UV-A e foto-Fenton entre outros) para remoção de CIE em efluentes provenientes de estação de tratamento de esgoto para fins de reutilização; (*v*) estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CIE em diferentes matrizes aquáticas; (*vi*) educação ambiental e (*vii*) processos de alfabetização e letramento cientifico no ensino de ciências, química e biologia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Águas contaminadas 53

Alfabetização cientifica 11, 40, 51

Análise Térmica Diferencial (DTA) 153, 157

Aplicativos 20

Áreas de Proteção Permanente (APPs) 122

Aulas remotas 15, 18, 19, 43

B

Biocapacidade 152

Biocombustible 109

Biodiesel 100, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121

C

Ciências da natureza 18

Combustíveis fósseis 33, 35, 36, 37, 40, 144

Compostos orgânicos voláteis (COVS) 144

Computadores 20, 51

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) 96

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 134

Covid-19 8, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 42, 46, 48, 94

Currículo 20, 30, 31, 32, 42, 48, 69, 73, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 106

D

Demanda bioquímica de Oxigênio (DBO) 125

Didática 34, 42, 43, 91

Difração de Raios-X (DRX) 153

E

Ecossistemas 20, 131, 132, 134, 136, 137, 144

Eletroquímica 47, 49, 50

Ensino-aprendizagem 7, 9, 15, 33, 35, 36, 37, 69, 98

Ensino de bioquímica 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32

Ensino de química 19, 24, 28, 36, 41, 50, 52, 60, 91, 96, 106, 129

Escória de alto-forno (EAF) 154

Esgoto sanitário 132

Estágio supervisionado 72, 73, 74, 77, 79, 80, 82, 86, 87, 88
Esterificación 110, 115, 116
Etnoconhecimento 62, 63, 64, 65, 67, 69, 70, 71
Eutrofização 123, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

F

Ferramentas digitais 42
Fitoterapia 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70
Formação docente 63, 72, 73, 74, 80

G

Gases estufa 143, 144, 149
Google forms 99

I

Impactos ambientais 36, 48, 54, 152
Iniciação científica 94, 95, 97, 98, 99, 103, 106
Interdisciplinaridade 24, 29, 30, 31, 32, 106
Internet 9, 20, 26, 53, 54, 121

J

Jogos didáticos-pedagógicos 33

L

Letramento cientifico 11, 12, 162
Lixo eletrônico 47, 48, 49, 50, 51
Lúdico 17, 28, 33, 34, 36, 37, 40, 41

M

Manto freático 108
Meio ambiente 37, 53, 54, 55, 56, 60, 102, 135, 138, 140, 156
Mineração 152, 153, 154, 160
Modelos atômicos 42, 43, 44, 45
Mururé (Brosimum acutifolium) 62

O

Óleo de cozinha 54, 56
Organismos autotróficos 132, 134, 136

P

Pandemia 7, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 36, 42, 43, 46, 48, 65
Pedagogia de Projetos 96, 97, 107
Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) 153
Poluição do ar 48
Potencial Hidrogeniônico (pH) 125
Preocupação ambiental 53, 61
Produtos biodegradáveis 53
Produtos de limpeza 52, 53, 54, 56, 57, 60
Programa de Iniciação Científica Júnior (PIC-Jr) 96
Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 43
Projetos de extensão 60, 74
Proteínas 27, 134, 135

Q

Química Verde 60, 91, 94

R

Reações de oxirredução 50
Reciclagem 53, 160, 161
Recursos hídricos 124, 126, 137
Recursos não renováveis 55
Recursos naturais 55, 124, 152, 159
Recursos pedagógicos 34
Redes sociais 16, 17, 20, 42, 43, 44
Resíduos sólidos 48, 52, 53, 124, 152, 159
Reuso 60
Reutilização 54, 60, 162

S

Saneamento básico 15, 17, 137, 139
Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) 124
Sustentabilidade 70, 93, 94, 140, 152

T

Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) 19, 20

V

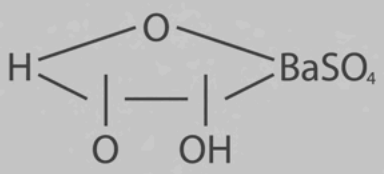
Vitro-cerâmica 154, 155, 158, 159, 160

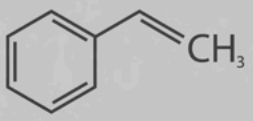
W

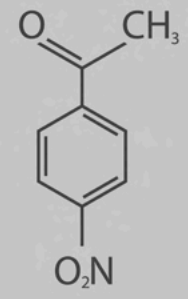
WhatsApp 22, 43, 44, 45

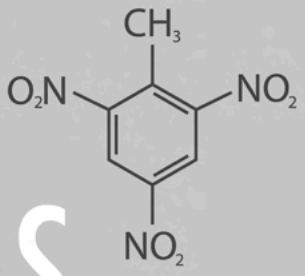
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2022







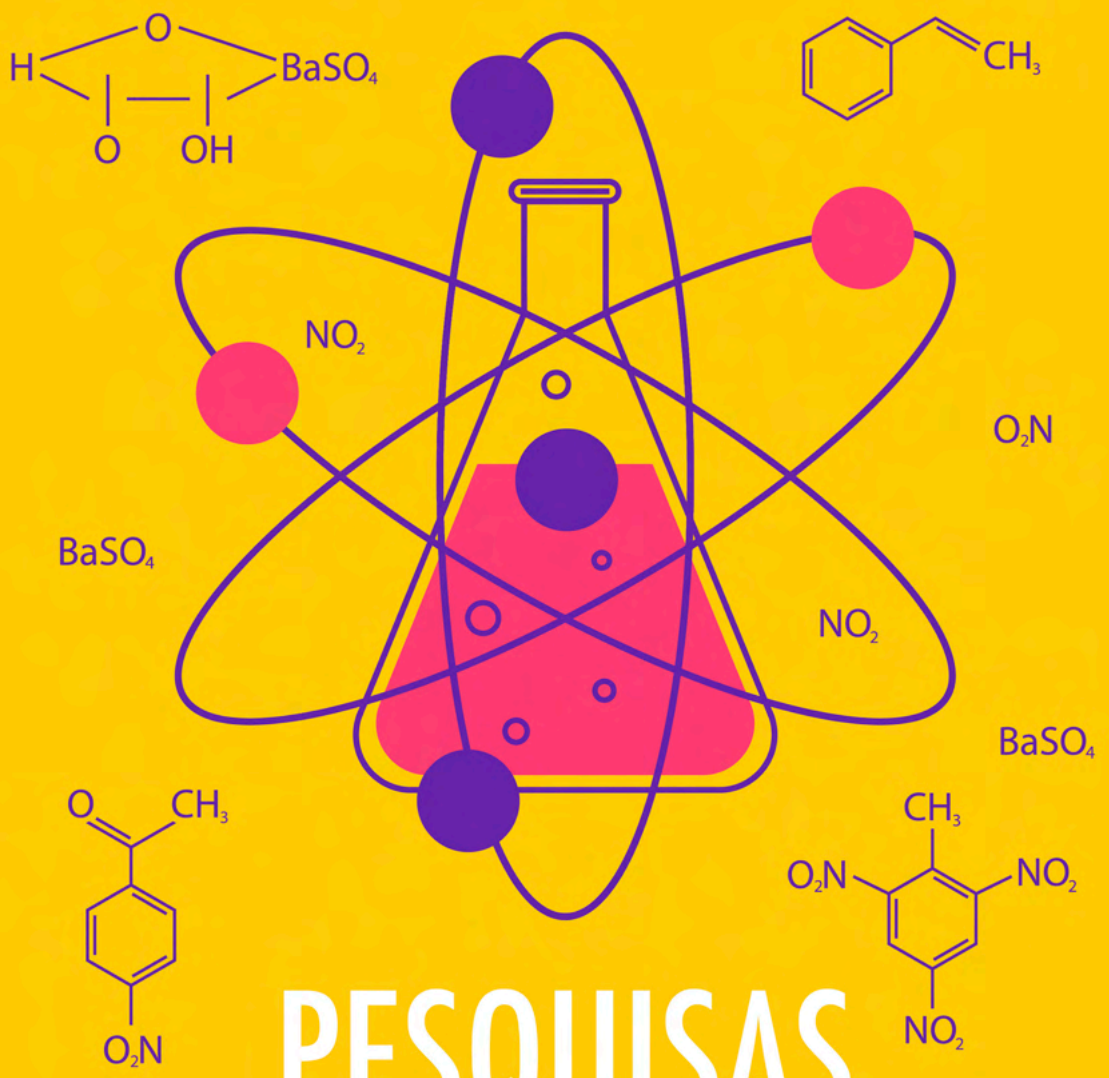


PESQUISAS CIENTÍFICAS 2

E O ENSINO DE QUÍMICA

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2022



PESQUISAS CIENTÍFICAS 2

E O ENSINO DE QUÍMICA